

Annual Rept.

701

#6
1960

ANNUAL REPORT
OF THE
JAPAN SEA REGIONAL FISHERIES
RESEARCH LABORATORY

LIBRARY
JUN 29 1961
FISH & WILDLIFE SERVICE

No. 6

1960

日本海区水産研究所研究年報

第 6 号

昭和 35 年

日本海区水産研究所

新潟市万代島

JAPAN SEA REGIONAL FISHERIES
RESEARCH LABORATORY

NIIGATA, JAPAN

“日本海区水産研究所研究年報”は本号をもつて終刊とし、今後は“日本海区水産研究所研究報告”に統合される

THIS IS THE LAST ISSUE OF THE “ANUAL REPORT OF THE JAPAN SEA REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY” AND HEREAFTER IT WILL BE INCORPORATED INTO THE “BULLETIN OF THE JAPAN SEA REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY”

昭和35年12月28日 発行
PUBLISHED DECEMBER 28, 1960

編 集 委 員 会
内 橋 潔・加藤源治・野口栄三郎
深 滝 弘・佃 信夫・西村三郎
宮田和夫

編 集 事 務
西村三郎・深滝 弘・佃 信夫

目 次

山中 一郎： 利用度の変動及び再生産曲線からみた日本海イワシ資源についての知見	1
伊東 祐方・笠原 昭吾： 海流封筒の漂着状況からみた日本近海における マイワシ卵・稚仔の移行—II—	17
笠原 昭吾： 海流封筒，海流瓶および抵抗板付海流瓶の漂流比較	31
渡辺 和春： 日本海におけるカタクチイワシの春仔および 秋仔系統群とそれらの混入状況について	39
西村 三郎： <i>Poecilostoma</i> 族橈脚類による海産浮遊性稚魚傷害の可能性について（予報）	53
SABURO NISHIMURA: A Record of <i>Regalecus russellii</i> (SHAW) from the Sado Straits in the Japan Sea	59
深 滝 弘： 対馬暖流水域におけるマアジ資源の加入過程に関する考察 I. 稚仔魚の出現分布にもとづく考察	69
深 滝 弘・渡辺 和春： 対馬暖流水域におけるマアジ資源の加入過程に関する考察 II. 漁獲若年魚の体長組成にもとづく考察	87
町中 茂： 日本海における1952～1959年のサバ標識放流調査結果について	105
加藤 源治： 生態面からみたスルメイカ系統群の追跡—II—	127
浜部 基次： 春季隠岐島近海に浮上するイカ類幼生の分類について	139
浜部 基次： ヤリイカ <i>Loligo bleekeri</i> KEFERSTEIN の初期発生について	149
大内 明・尾形 哲男： 北部日本海底曳禁漁区の動物分布に関する研究 I. 底棲幼魚	157
大内 明： 北部日本海底曳禁漁区の動物分布に関する研究 II. 底棲動物	173
大内 明・尾形 哲男： 北部日本海底曳禁漁区の動物分布に関する研究 III. 魚類	183
尾形 哲男： 日本海におけるスケトウダラの漁獲高と年令組成の関係について	191
内橋 潔・島村初太郎・本田 厚子： 硬骨魚におけるマウスナ細胞と游泳行動に関する研究	203
野口栄三郎・山添 健一・永原 正信： CTC液浸漬処理魚体に残存する CTC量と鮮度保持効果について	217
山本 常治・野口栄三郎： 魚肉ゲルの性状に関する研究 I. 多磷酸塩を加えた魚肉ゾルの粘度	227
山本 常治・野口栄三郎： 魚肉ゲルの性状に関する研究 II. ピロ磷酸ソーダによる魚肉ゾルの粘度低下及び粘度回復と各種イオンの影響	235
山本 常治・野口栄三郎： 魚肉ゲルの性状に関する研究 III. 魚肉ねり製品の“たれ”防止について	243
山本 常治・野口栄三郎： 魚肉ゲルの性状に関する研究 IV. 塩化カルシウムによるすり身の“たれ”防止作用と製品の足補強効果について	253

CONTENTS

YAMANAKA, I.: Some Aspects of the Population Dynamics of Sardine (<i>Sardinops melanosticta</i> T. & S.) from the Viewpoint of the Availability and the Reproduction Curves. (In Japanese).....	1
ITO, S. and S. KASAHARA: Drift of Sardine Eggs and Larvae in the Surrounding Waters of Japan as Discussed by the Results of Drift Envelope Release Experiments—II. (In Japanese).....	17
KASAHARA, S.: A Comparative Study on the Drifts of the Polyethylene Current Envelope and the Current Bottles with or without Drogue. (In Japanese).....	31
WATANABE, K.: Spring and Autumn Offsprings of the Anchovy in the Japan Sea with a Discussion on Their Intermingling. (In Japanese).....	39
NISHIMURA, S.: A Preliminary Note on the Possibility of Predation or Damage Inflicted upon Pelagic Fish Larvae by Poecilostomatid Copepods. (In Japanese).....	53
NISHIMURA, S.: A Record of <i>Regalecus russellii</i> (SHAW) from the Sado Straits in the Japan Sea. (In Japanese).....	59
FUKATAKI, H.: Consideration on the Recruiting Process of the Jack-mackerel Population in the Tsushima Current Region. I. Consideration from Occurrence and Distribution of Larvae. (In Japanese)....	69
FUKATAKI, H. and K. WATANABA: Consideration on the Recruiting Process of the Jack-mackerel Population in the Tsushima Current Region. II. Consideration from the Body Length Composition of the Young Fish Caught by the Commercial Fisheries. (In Japanese).....	87
MACHINAKA, S.: Tagging Experiments with the Japan Sea Mackerel for the Period 1952-1959. (In Japanese).....	105
KATO, G.: A Few Comments on the Biological Grouping of the Common Squid Derived from its Ecological Aspect—II. (In Japanese).....	127
HAMABE, M.: Notes on the Classification of the Larvae of Squid Rising to the Sea Surface in Spring Around the Oki Islands. (In Japanese).....	139
HAMABA, M.: Observations of Early Development of a Squid, <i>Loligo bleekeri</i> KEFERSTEIN. (In Japanese).....	149
OUCHI, A. and T. OGATA: Studies on the Animal Distribution in the Abstained Areas for Trawl-Fishery of the Northern Japan Sea. I. Young Bottom Fishes. (In Japanese).....	157
OUCHI A.: Studies on the Animal Distribution in the Abstained Areas for Trawl-Fishery of the Northern Japan Sea. II. Benthic Animals. (In Japanese).....	173
OUCHI, A. and T. OGATA: Studies on the Animal Distribution in the Abstained Areas for Trawl-Fishery of the Northern Japan Sea. III. Fishes. (In Japanese).....	183
OGATA, T.: On the Relation between Catch and Age-Composition of Alaska Pollack in the Japan Sea Region. (In Japanese).....	191
UCHIHASHI, K., H. SHIMAMURA and A. HONDA: A Study on the Mauthner Cell in Teleosts in Relation to the Swimming Behavior. (In Japanese).....	203
NOGUCHI, E., K. YAMAZOE and M. NAGAHARA: Effectiveness of Chlorotetracycline for Keeping Quality of Fish with a Note on the Amount of CTC Penetrated into Edible Parts of the Fish Dipped in Concentrated Solution. (In Japanese)....	217
YAMAMOTO, J. and E. NOGUCHI: Studies on the Nature of the Fish Meat Gel. I. On the Viscosity of the Fish Meat Sol with an Adequate Quantity of Polyphosphate. (In Japanese).....	227
YAMAMOTO, J. and E. NOGUCHI: Studies on the Nature of the Fish Meat Gel. II. On the Change in the Viscosity of the Fish Meat Sol with an Adequate Quantity of Polyphosphate. (In Japanese).....	235
YAMAMOTO, J. and E. NOGUCHI: Studies on the Nature of the Fish Meat Gel. III. On the Prevention of the Decreasing of Viscosity of Sticky Paste. (In Japanese).....	243
YAMAMOTO, J. and E. NOGUCHI: Studies on the Nature of the Fish Meat Gel. VI. On the Prevention of the Decreasing of Viscosity of Sticky Paste and the Reinforcing of the Jelly Strength of "Kamaboko". (In Japanese).....	253

日水研年報, (6): 1-16, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6): 1-16, 1960.

利用度の変動及び再生産曲線からみた 日本海イワシ資源についての知見

山 中 一 郎

Some Aspects of the Population Dynamics of Sardine (*Sardinops melanosticta* T. & S.) from the Viewpoint of the Availability and the Reproduction Curves

BY

ICHIRO YAMANAKA

Abstract

(1) *Introduction* The discussion of the same author on the same project which he has published in the "Progress Report of the Cooperative Iwashi Resources Investigation, 1954" was amended and supplied.

(2) *The diagnose on the population status by means of the availability analysis.*

(i) *Method of estimating availability;*

The fundamental equation which shows the relationship between total mortality coefficient Z , fishing efforts X , natural mortality coefficient M , and availability r has the form as follows.

$$Z = M - \log[re^{-qX} + (1-r)] \dots\dots\dots(1)$$

Both Z and X are known. The geometric average of r can also be considered as one of the unknowns as well as M and q . Therefore they can be solved numerically by trial-and-error so that the sum of the squares of the residuals becomes minimum.

By the formulae (2) through (4), the availability of each season r_i can be obtained by the average availability $\bar{r}$ and the residual of each season δ_i .

The tables 1 and 2 show the values of X and Z of the western part of the Japan Sea; and Tables 5. and 6 do those of the northern part respectively.

The increase of the efforts in the western part includes those of the surrounding nets, of which efforts were converted into those of the gill nets by standardizing the effort. The values of the Y thus computed are tabulated in the Tables 10 and 11.

(a) In the western region, the amount of the fishing effort can still be increased by about 50 % bigger than the present level in order to attain the maximum value of Y/R . However, as the increment of Y/E is only 14 % in this case, it is unpreferable to increase the fishing effort from the economical viewpoint. The situs does not change widely even when the value of the availability is as big as one.

(b) In the northern region, the fishing effort can be increased, if the recruitment

can be kept as big as the level of the early 50's. But when the value of the availability is close to one, the increasing of the efforts does not cause any significant increase of the value of Y/R ; namely, when $r=0.5$, the increase of X from 500 to 1,000 makes the value of Y/R as big as 1.6 times; while when $r=0.5$, it does only 1.1 times as big as the present level.

(3) *Discussion of the causes of the variation of recruitment.*

The large sardine fisheries in the Japan Sea has mainly the two-age fishes as the first capture. As for the cause of the fluctuation of the recruitment, (a) the exploitation of the younger fish, and (b) the population size which generates the resulting year classes, are considered.

(a) *The effect of the catch of zero-age-fish.*

No significant correlation was found between the catch of zero-age-fish and the value of catch per effort of the two-age-fish belonging to the same year class. The catch of zero-age-fishes increased rapidly after 1955. But the data of the year class size is available only up to 1956.

(b) *The population size of the spawning adult and the amount of the recruiting year class.*

The relationship between the population size of the parent stock P and that of the year class generated by it Q can be expressed by RICKER, as,

$$Q = APe^{-bP} \dots\dots\dots (8)$$

or

$$\log \frac{Q}{P} = \log A - bP \dots\dots\dots (10)$$

The value of Q can be maximum when $p=1/b$.

The values of P , Q , Q/P are tabulated in the Table 12. The significant relationship was found only in the northern part of the Japan Sea.

(ii) *The values estimated;*

Tentatively, the values of q and be obtained by the formula (5), The values of M and r , and the resulting values of $\sum \delta_i^2$ are tabulated in the Tables 3 and 7.

Namely, the most probable values of M , r , and q are,

$M=0.2$	$r=0.6$	$q=2.038 \times 10^{-6}$	(western part)
$M=0.4$	$r=0.5$	$q=1.341 \times 10^{-6}$	(northern part)

The computed values of the availability of each specific year are tabulated in the Tables 4 and 8.

(iii) *The change of the exploitation rate with that of the availability;*

The exploitation rate of the partially available population includes the value of r as a factor which affects E (exploitation rate) directly. Therefore, even if no remarkable variation exists in the amount of the fishing efforts, the change of the availability causes the change of the exploitation rate. In the Table 9 the practical values were tabulated.

The value of the availability correlates as significantly as the amount of fishing efforts to the exploitation rate in the western part of the Japan Sea. While in the northern part of it, the latter hardly correlates to the exploitation rate. Namely,

in the western part; $R(X, E)=0.88$, $R(r, E)=0.84$

in the northern part; $R(X, E)=0.38$, $R(r, E)=0.96$

The average value of the exploitation rate in the western Japan is 41 %, while that in the northern part is 16 %.

(iv) *The equilibrium yield per recruitment;*

The amount of the equilibrium yield per recruitment can be expressed, when the value of the availability is constat, as

$$Y = \frac{rqX}{qX+M} [1-e^{-(qX+M)}][1-e^{-Zw_1}+e^{-2Zw_2}+\dots] \dots\dots\dots (7)$$

Here, w_1 , w_2 and so on are the body weight assuming the weight of the first capture

as one. In the practical example, $w_1=1.36$, $w_2=1.46$, and $w_3=1.58$.

Although no data can be available to discuss the conditions in 1930s when the sardine fisheries were thriving, the recent data show that the stock size in the Japan Sea in 1950s is not so serious to decline the reproduction itself. It is the strength of the entering year class which is scanty now, and not the amount of the spawning adults.

(c) *The amount of the larvae and the entering year class.*

The same relationship was detected between the abundance of larvae (expressed in the number of catch per towing net) and the year class strength. The same type of the curve could be drawn. The amount of the survived larvae seems to be scanty to maintain the year class optimum.

I. 緒 言

著者等(1957)は、さきに日本近海のマイワシ (*Sardinops melanosticta* T. et S.) の資源について、“現在(1954)程度の漁獲は、資源に対して、加入力あたりの生産量にも、また次代の再生産力に対してもとくに強大で、それを悪化させるような圧力を及ぼしているとは考えられない、そして利用度の影響が漁獲量に大きく作用している”ということのべた。

しかし、この報文(以下前報と記すことにする)発表当時は、利用度の変動、再生産等を扱うための資料が不十分であり、十分な検討を行うことができなかったため、その後得られた資料を併せて再び検討をおこなない、日本海域のマイワシについて前報の所論に修正補足を試みた。前報発表後著者によせられた各位の御批判、御教示を多とするものである。

II. 利用度の変動を考えに入れた資源の現状診断

(1) 利用度の推定法

資源の一部のみが利用される場合の減少係数を示す基本式は WIDRIG (1954) により

$$Z = M - \log[re^{-qX} + (1-r)] \dots\dots\dots (1)$$

として示される。この記号については、概ね HOLT その他(1959)、による国際的申合せによつた。

本文中で用いられるもののみについては

N資源尾数 P資源重量 C漁獲尾数 Y漁獲重量 Z全減少係数
 F漁獲係数 M自然死亡係数 w体重 t時間 w_c漁獲開始体重
 X努力量 qcatchability coefficient (漁具能率係数)

このほか、申合せの外に r利用度がある。

M , q 及び各漁期の利用度を求めるには、著者(未発表)がカリホルニヤ・サーズン(*Sardinops caerulea*)の利用度を推定するに用いた方法を使用した。すなわち、利用度の幾何平均値 $\bar{r}$ を M , q とともに Z , X を既知数とする1組の方程式の未知数とし、この最確値、及び各々の観測方程式の残差 δ_i を求め

$$\delta_i = -\log \frac{\delta_i}{r_{i+1}} \dots\dots\dots (2)$$

すなわち

$$\left. \begin{aligned} \log r_2 &= \log r_1 - \delta_1 \\ \log r_3 &= \log r_2 - \delta_2 = \log r_1 - \delta_1 - \delta_2 \\ &\vdots \\ \log r_n &= \log r_1 - \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

したがって、

$$\begin{aligned}\log r_1 &= \frac{\sum_{i=1}^n \log r_i}{n} + \frac{\sum_{K=1}^{n-1} \sum_{i=1}^K \delta_i}{n-1} \\ &= \log \bar{r} + \frac{\sum_{K=1}^{n-1} \sum_{i=1}^K \delta_i}{n-1} \dots\dots\dots(4)\end{aligned}$$

……以下 $\log r_2$ $\log r_3$ …… も同様にして求めることができる。

しかし、上の方程式(1)は非線型であるため、試行錯誤によつて数値的に最確値を求めなければならないので、観測数 n の値が少い場合には、信頼性の高い推定値を得ることができない。それで前報では、これを直接に求めることをやめ、 Z と X との直接回帰 (BEVERTON 1952) を基本方程式とし、これを最小自乗法によつて解いて得られた残差から、相連する 2 つの漁期の利用度の比を求め、ある基準年次の利用度に対する相対比のみを求めたのであつた。しかし n が十分大きければ数値解が可能となる。

1951~59年の日本海西区及び北区の大羽イワシについて、年令組成、努力当年令組成、減少係数、努力量およびこの方法によつて利用度を求めた。

この場合の努力量は、日本海北区では流網の航海数を用いた。西区では、従来大羽イワシの最重要漁具であつた流網が巾着網にかわりつつあるので、努力量を計算するばあい、全漁具を合計した 2 才以上の総漁獲量を、流網のみの努力当り漁獲量で除して、有効努力量の推定値とした。すなわち、流網を基準とした努力量に換算した。

(2) 推 定 値

a 日 本 海 西 区

Table 1. Western Japan Sea, age composition of sardine landing

日本海西区 イワシ年令組成 (全漁具)

単位 10⁶尾
Unit 10⁶

Year	Total	0	I	II	III	IV	V	VI
1952	5,698	5,468	16	33	108	13	5	0.3
53	8,963	8,582	139	121	80	60	1	
54	6,214	5,368	383	357	91	14	3	0.2
55	10,352	9,862	299	154	39	5	2	2
56	13,224	12,877	116	384	310	27	8	2
57	12,200	11,231	269	410	220	63	6	1
58	7,092	6,271	375	378	45	13	8	0.1

landing by gill nets (同流網のみ)

year	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
51	89.9	41.6	7.3	4.4	0.9		
52	100.6	130.6	32.2	6.2	0.4		
53	110.0	74.2	59.8	1.1			
54	132.3	78.9	11.2	2.4			
55	114.3	35.3	6.2	1.3	0.59		
56	148.1	117.7	11.0	4.3	0.03		
57	74.2	105.9	33.0	2.9	0.07		
58	100.9	26.8	8.6	4.6	0.02		
59	35.0	32.0	7.3	1.6	0.24		

Catch per trip (gill nets) 流網1 流海当り

単位 1,000尾
Unit 1,000

Year	II	III	IV	V	VI	II*	III*
51	3.39	1.57	0.23	0.17	0.03	5.39	2.00
52	2.23	2.91	0.72	0.14	0.01	6.01	3.78
53	2.81	1.90	1.52	0.03		6.26	3.45
54	3.49	2.08	0.29	0.07		5.93	2.44
55	3.25	1.00	0.18	0.04	0.02	4.51	1.26
56	4.28	3.40	0.32	0.12	0.00	8.13	3.85
57	2.20	3.10	0.96	0.08	0.00	6.34	4.14
58	4.71	1.25	0.40	0.22	0.00	6.58	1.87
59	2.66	2.14	0.56	0.12	0.02	5.49	2.83

* はその年令以上のものを示す

* indicates the value of/over that year of age

(年令組成, 流網年令組成, 流網努力当年令組成)

Table 2. 日本海西区大羽イワシ, 生残率, 全減少係数, 漁獲量及び有効努力量
Survival rate, total mortality, catch and effective fishing effort of sardine
in the Western Japan Sea

Year	C/X(II)*	C/X(III)*	s	Z	C(II)*	X
52	6.01×10^3	3.78×10^3	0.57	0.55	214×10^6	356×10^3
53	6.26	3.45	0.39	0.71	262	419
54	5.93	2.94	0.21	1.55	465	782
55	4.51	1.26	0.85	0.16	202	448
56	8.13	3.85	0.51	0.68	730	898
57	6.34	4.14	0.29	1.22	700	1,104
58	6.58	1.87	0.46	0.78	590	897
59	5.66	3.00				

* はその年令以上のものの値を示す

* indicates the value of/over that year of age

(努力当漁獲量 2 才以上 同3 才以上) 生残率 減少係数 2 才以上漁獲量 有効努力量)

数値解を求める場合, 電子計算機を用いるときには, 未知数に種々な値を代入して試行錯誤によつて最確値が求められる. しかし今の場合, r と M とに, ある値を仮定すれば, q の第一近似値が

$$q = \frac{-\log[e^{(Z-M)} - (1-\bar{r})]}{\bar{r}} / X \dots\dots\dots (5)$$

$\bar{r}$, $\bar{X}$ は夫々平均値,

によつて求められることが知られており, またこの近似値に対しての補正はあまり大きくないことが経験的に知られた (著者のカルホルニヤ・サージンの計算)

したがつて $\bar{r}$, M の値を色々な値に変化させて, 残差平方和を少なくする値をさぐりあてる方法をとつた. この結果は第3表に示すとおりで,

$$M=0.2 \quad r=0.6 \quad q=2,038 \times 10^{-6}$$

となつた。

さらに、これを用いて各年の利用度として第4表に示す値が得られる。

Table 3. 利用度及び自然死亡係数と残差平方和の変化（日本海西区）
Tentative ualues of availability and natural mortality and the corresponding values of the square summation of residuals (in the Western Japan Sea)

M r	0.1	0.2	0.3
0.5		0.88	
0.6	0.81	0.86	0.87
0.7	1.00	0.87	0.92

Table 4. 利用度の推定値（日本海西区）
Estimates of availability in the Western Japan Sea

Year	Z^*	Z	δ	$\sum -\delta$	$-\log r$	r
1952	0.598	0.55	-0.048	0.048	-0.431	0.65
53	0.651	0.72	0.072	-0.024	-0.426	0.66
54	0.878	1.55	0.672	-0.696	-0.434	0.64
55	0.645	0.16	-0.518	0.178	-1.274	0.28
56	0.907	0.68	-0.258	0.080	-0.253	0.78
57	0.967	1.22	-0.222	-0.142	-0.354	0.71
58	0.900	0.78	-0.148	0	-0.573	0.56

Z^* は M , q , X を代入しての計算値

Z^* indicates the calculated value obtained adopting the estimates of M , q , and X .

利用度の平均は約 0.6 で、28~71%の間で変動している。

b 日本海北区

Table 5. 日本海北区大羽イワシ年令組成（殆んど流網）
Northern Japan sea
Age composition of sardine over two years old (by gill nets almost exclusively)

Year	II	III	IV	V	VI	VII
1951	50.0	87.1	23.8	13.2	2.3	8.1
52	54.2	111.1	23.9	3.5	0.8	
53	117.0	88.3	30.3	4.9	2.4	
54	107.0	117.8	44.0	39.0	5.9	
55	215.1	68.9	18.0	4.4	0.5	
56	83.3	94.6	11.5	4.0	1.1	
57	74.2	105.9	33.0	2.9	0.0	
58	77.6	37.2	14.5	3.5	0.8	
59	55.1	35.9	15.1	1.9	1.6	

流 網 航 海 当 り 年 令 組 成
Catch per trip (gill nets)

Year	II	III	IV	V	VI	VII	II*	III*
1951	1.46	2.55	0.70	0.39	0.07		5.17	3.71
52	1.27	2.62	0.51	0.08	0.02		4.50	3.23
53	3.26	2.47	0.86	0.13	0.06		6.78	3.52
54	2.83	3.06	1.12	1.02	0.15		8.39	5.56
55	5.07	1.62	0.43	0.10	0.02	0.21	7.24	2.17
56	2.16	2.45	0.30	0.11	0.03		5.05	2.89
57	2.11	2.25	0.39	0.03	0.02		4.81	2.70
58	2.64	1.27	0.84	0.12	0.03	0.01	4.90	2.26
59	2.11	1.38	0.58	0.07	0.06		4.20	2.09

Table 6. 日本海北区生残率, 全減少係数, 努力量等
Survival rate, total mortality, and fishing effort in the Northern Japan Sea

Year	C/X(II)	C/X(III)	s	Z	X
1951	5.17×10^3	3.71×10^3	0.62	0.48	342×10^2
52	4.50	3.23	0.78	0.25	427
53	6.78	3.52	0.82	0.20	358
54	8.39	5.56	0.26	1.35	378
55	7.24	2.17	0.40	0.92	422
56	5.05	2.89	0.54	0.62	385
57	4.81	2.70	0.57	0.76	343
58	4.90	2.26	0.43	0.53	294
59	4.20	2.09			260

Table 7. 利用度及び自然死亡係数と残差平方和の変化 (日本海北区)
Tatative values of availability and natural mortality, and the corresponding values of the square summation of residuals (in the Northern Japan Sea)

M r	0.4	0.5	0.6
0.2		0.99	
0.3	1.11	0.91	1.54
0.4	1.02	0.74	1.10
0.5		0.97	

Table 8. 日本海北区利用度の推定
Estimates of availability in the Northern Japan Sea

Year	Z^*	Z	δ	$-\sum\delta$	$-\log r$	r
1951	0.60	0.48	-0.12	0.12	-0.99	0.37
52	0.65	0.25	-0.40	0.52	-0.87	0.41
53	0.61	0.20	-0.41	0.93	-0.46	0.63
54	0.63	1.35	0.73	0.20	-0.05	0.94
55	0.64	0.92	0.28	-0.08	-0.78	0.45
56	0.63	0.62	-0.01	-0.09	-0.99	0.37
57	0.60	0.76	0.16	-0.25	-1.12	0.35
58	0.78	0.53	0.25	—	-0.99	0.37

これによれば、 $M=0.4$ 、 $r=0.5$ 、 $q=1,341 \times 10^{-6}$ 及び利用度の各年の値は第8表に示すように0.37～0.94、平均0.50で西区よりもやや少い。

(3) 利用度の変動にともなう漁獲率の値化

利用度に変動のあるときの漁獲率は、

$$E = \frac{r[1 - e^{-(M+qX)}]}{M+qX} qX \dots\dots\dots (6)$$

となる。これは r は直接に比例する項として入っている。したがって、たとい、漁獲努力に変動がなくても、利用度の変動は漁獲率に影響する。

以上の推定値を上式に応用した年々の漁獲率は次のようになる。

Table 9. 利用度と努力量、漁獲率
Relationship between availability, effort, and exploitation rate

日本海北区 Northern Japan Sea				日本海西区 Western Japan Sea		
Year	r	X	E	r	X	E
1951	0.37	342	0.114			
52	0.41	427	0.150	0.65	356	0.310
53	0.63	358	0.166	0.66	419	0.350
54	0.94	378	0.313	0.64	782	0.474
55	0.45	422	0.163	9.28	448	0.154
56	0.37	385	0.124	0.78	898	0.619
57	0.33	343	0.128	0.71	1,104	0.594
58	0.37	294	0.100	0.56	897	0.438

E と r 、 X との間の相関係数 R は

西 区 $R(X, E) = 0.841$ $R(r, E) = 0.835$

北 区 $R(X, E) = 0.334$ $R(r, E) = 0.962$

$R(X, E)$ のみ有意でないが他は $\alpha=0.05$ で有意である。

すなわち、西区では利用度、努力量（この場合巾着の増加による有効努力量の増加をも考えて）ともに大羽イワシの漁獲率にはほぼ同程度の変動要因となつているのに対し、北区では漁獲率の変化に対して、努力量の変動はほとんど影響しない。そして利用度の変化の方がこの影響は大である。

漁獲率の値は平均すると西区の方が大であり、その変動も西区の方が大である。

(4) 成魚漁獲の資源に対する影響

このように、現在の日本海の成魚に対する漁獲率は、北区の流網では、むしろ利用度（海況等による・宮田 1959 等）によって左右され、10〜30%であるので、この値は自然死亡率に比してむしろ小さく、資源に及ぼす圧力が重要であるとは思えないのであるが、日本海西区では、努力量と利用度の双方がほぼ同程度に作用し、漁獲率で15%から60%以上にも及び、自然死亡率の推定値 $M=0.2$ に比して大きいので、この影響を考えないわけにいかない。

この影響としては、第一にその同一年代の大型魚に対して、過大の圧力となつて加ノ量あたりの生産量に影響するか、或いは親魚の残存数を減じて次代の生産力を阻げるかという2点である。

まず第一の点について考える。

加入量あたりの全漁獲量は、利用度が一定であるとすれば

$$Y = \frac{rqX}{qX+M} [1-e^{-(qX-M)}][1-e^{-zw_1}+e^{-zw_2}] \quad \left. \vphantom{\frac{rqX}{qX+M}} \right\} \dots\dots\dots (7)$$

ここに $Z=M+\log[re-qX+(1-r)]$

w_1, w_2 等は最初の年令の漁獲物の体重（この場合2才）のものを1とした体重である。今の場合（伊東 1957）等による体長比の3乗をとり、2才……1.36, 4才……1.46, 5才……1.88 とする。

a 日本海西区

$$r=0.6 \quad M=0.2 \quad q=2.0381 \times 10^{-6}$$

を用いる。Y の値を計算すると、第10表のようになる。

Table 10. 加入量当り平衡生産量の利用度及び努力量による変化（日本海西区大羽イワシ）
Equilibrium yield per recruitment of large sardine in the Western Japan Sea,
against the change of fishing effort, and availability.

Y/R X	250	500	1,000	1,500	2,000
$r=0.6$	0.611	0.816	0.873	0.968	0.955
$r=1.0$	0.764	0.911	0.944	0.982	0.970

すなわち、Y の最大値は X が約1,500のときである。したがつて、もし親魚数の残存量を考慮に入れないのであれば、現在努力量（約1,000）の50%の努力を増したときに、加入量あたりの漁獲量は最大である。しかし、その増加は現在の 97/87 すなわち約14%の増にすぎない。したがつて経費、努力等を考えに入れると、努力の増加は得策ではない。努力量を現在の2倍にしても漁獲量の減少は8%にすぎず、34にしても30%だけ減少するにすぎない点を考えに入れなくてはならない。

海況が好転して $r=1$ すなわち、完全利用の状態で安定した場合を仮定しても、やはり現在程度の努力量は極限に近いことがいいうる。そして、努力量の増減が加入量あたり生産量にそれほど大な影響を及ぼさないことは同様である。

b 日本海北区

$$r=0.5, M=0.4, q=1,341 \text{ を用い同様な計算をした（第11表）.}$$

Table 11. 加入量当り平衡生産量の利用度及び努力量による変化（日本海北区大羽イワシ）
Equilibrium yield per recruitment of large sardine in the Northern Japan Sea,
against the change of fishing effort, and availability

Y/R X	250	500	1,000	1,500	2,000
$r=0.5$	0.32	0.38	0.61	0.75	0.80
$r=1.0$	0.54	0.71	0.82	0.90	0.96

この場合、現在の X の値 (約350) に比して約6倍の2,000に努力量をましてもまだ Y/R の値の極値に達しない。すなわち、もし加入量 (2才魚として) の量が保たれている限り今まであまり日本海北区で盛んでないイワシ巾着網の導入も、成魚資源に関する限り心配ない。

$r=1$ すなわち完全利用となつている場合でも同様である。しかし利用度が高まっていると、努力増大に対して、生産量の増大はそれほど大でない。すなわち $r=0.5$ では X を500から1,000に増大すると、 Y/R の値が $61/38=1.6$ 倍となるのに対し、 $r=1.0$ では $82/71=1.15$ 倍にすぎない。

III. 加入量の変動要因の検討

前章で、加入量に変動がないとき、これに対する平衡生産量 Y/R の値が、利用度および漁獲率によつていかに影響するかを論じたのであるが、実際の日本海大羽イワシ漁業では、北、西両区とも漁獲組成の半を2才魚がしめており、この年令のものの加入状態が漁獲量の変動の大きな部分を占めている。

2才魚として加入する量の変動要因としては、(a)当才魚や1才魚時代の巾着網其他の漁具による漁獲が同一年級の残存数に影響する。

(b) 成魚の残存量が次代の再生産に影響する。

等が考えられる。(a)について、1才魚は北区、西区ともに漁獲量が2才よりもむしろ少いので、この漁獲の影響は少いとみて今の場合は考えから除き、1才魚の漁獲のみを考える。

(1) 当才魚漁獲の影響 (第12表)

Table 12. 当才魚漁獲の大羽イワシに対する影響
Effect of catching zero age fish upon the large ones

Year class	同年級による2及3才の努力当漁獲量と Summation of catch-per-trip of two and three-age fish from the same year class			
	西 区 Western Japan Sea		北 区 Northern Japan Sea	
	利用度補正 corrected with availability	未 補 正 uncorrected	利用度補正 corrected with availability	未 補 正 un- corrected
日本海西区 当才魚漁獲量				
Catch of 0-age in the western Japan Sea				
1951	7.50	4.88	8.42	6.32
52 5,468	9.02	4.99	6.61	4.45
53 8,582	15.95	6.65	17.92	7.52
54 5,366	9.45	7.38	12.64	4.41
55 9,862	5.32	3.35	9.82	3.38
56 12,877		7.65		4.02
57 11,231				
58 6,271				

当才魚の漁獲は殆んど日本海西区であるが、55年からこの値は急増し、58年になつて減じている。

当才魚は、漁具の種類も、漁獲する体長にも、多くの相違があるので、基準的な漁具を定めて有効努力量を計算することは困難であるので、一応漁獲量をそのまま用いて、これで、同一年級のものが2才及び3才で現われるときの努力当漁獲量の和と比較した。(4才以上は量が僅少であるので計算に入れなかつた)

a 西 区 当才魚漁獲量と、2, 3才の量との相関は、利用度の補正を施したもの(努力当漁獲を利用度で除したものを資源量とする)について -0.053 , 補正を施さないとき 0.17 で、いずれも有意でない。

b 北 区 同じく西区の当才魚漁獲とで3才魚との相関は、利用度の補正を加えると -0.41 , 加えないとき 0.32 でいずれも有意でない。

このように、当才魚の漁獲増と、大羽イワシの加入量との間の関係は不明である。しかし、考えなくてはならないのは、0才魚の急増は55年であるが、この年の年級の2才魚以上はいずれも前年より減っており、この以降の年級についての追跡を行いうるまでに資料がないことである。したがって、真に西日本海区の当才魚の漁獲増が、西区、又は北区の大羽の加入量に影響したかどうかは、今後数年間の資料の蓄積がなければ、十分な判断を下し得ない。

(2) 残存資源量とこれに由来する年級量

カルホルニヤ・サージンの場合、親魚量とこれに由来する年級量との関係の有無については意見の一致がない(例えばCLARKE & MARR, 1955)。

親魚量 R とこれに由来する年級量 Q との量的関係は色々考えられるが、RICKER (1954) は、親魚から発生する卵が、種々の密度依存的な調節作用をうける場合の形として、

$$Q = APe^{-bP} \dots\dots\dots (S)$$

($b > 0$)

なる形を考えた。 A , b は常数である。この場合 $P = -1/b$ のときに、年級量は極大となり、これより親魚が多いとこれに由来して再生産にいたる年級量は却つて減する。

上式は変形して

Table 13. 親魚量とこれによる年級量
Population size of spawning adults and generated year class
 西 区
 Western Japan Sea

Year class	利用度未補正のもの Uncorrected with availability			補正したもの Corrected		
	P (spawning adult)	Q (generated year class)	Q/P	P	Q	Q/P
	親 魚	年級量				
1951	5.39	4.88	0.91		8.42	
52	6.01	4.99	0.75	9.24	5.80	0.63
53	6.26	6.65	1.06	9.48	14.30	1.51
54	5.93	7.38	1.24	9.26	9.90	1.07
55	4.51	3.35	0.74	16.10	6.87	0.43
56	8.13	7.65	0.94			

北 区
 Northern Japan Sea

Year	Uncorrected			Corrected		
	P	Q	Q/P	P	Q	Q/P
1951	5.17	6.32	1.22	13.9	8.42	0.60
52	4.50	4.45	0.98	11.0	6.61	0.60
53	6.78	7.52	1.11	10.8	17.92	1.65
54	8.38	4.41	0.52	8.9	12.64	1.42
55	7.24	3.38	0.46	16.08	9.82	0.61
56	5.07	4.02	0.79	13.64		

$$\frac{Q}{P} = Ae^{-bP} \dots\dots\dots (9)$$

又は $\log \frac{Q}{P} = \log A - bP \dots\dots\dots (10)$

となる。すなわち、仔魚と親魚との比は、親魚が増すにしたがつて指數的に減ずる。

もし再生産に寄与する年級量が親魚類によらず、発生後の環境のみ（生物的、非生物的を問わず）に依存するのであれば Q/P と P との関係は明瞭ではない。

親魚数として、2才以上の努力当漁獲量の和を用い、前記した同一年級量と比較した（第13表）。

このようにして得られた A , b の値は第14表に示される。

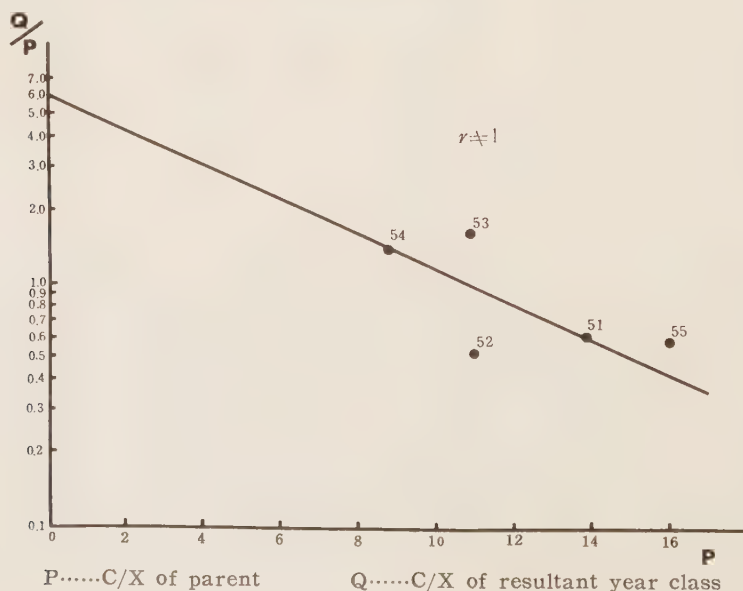
Table 14. 再生産曲線のパラメーター
Estimated parameters of reproduction formulae $Q = APe^{-bP}$
of sardine in the Japan Sea

西 区 Western Jap. Sea	利用度不補正 Availability uncorrected	A	b
		0.65	-0.055
北 区 Northern Jap. Sea	補正したもの Corrected	0.47	0.122
		2.46	0.183*
北 区 Northern Jap. Sea	不補正 Uncorrected	6.75	0.180*
		0.47	0.122

* significant in 5% risk

$b=0$ という仮説を検定すると、西区の値は有意差がないが、北区では有意である。

すなわち西区では、残存親魚量はこれに由来する年級量との間に明確な関係を見せていないが、北区では(4)の関係がなり立っていて第1, 2図のような曲線が示される。



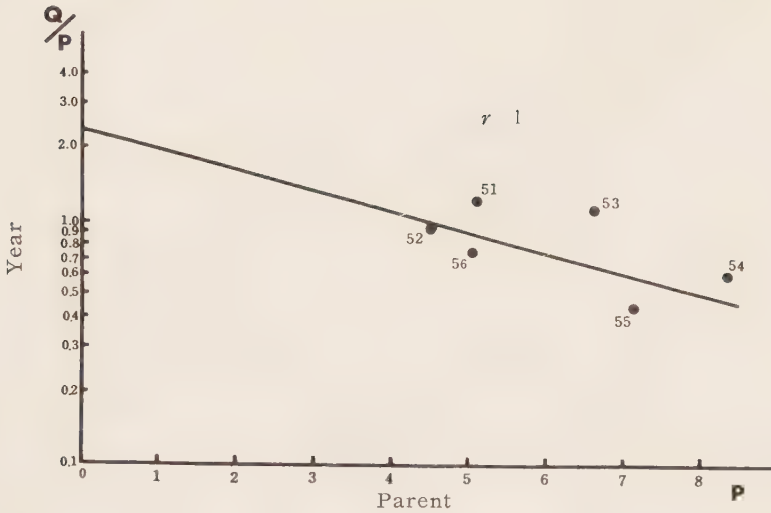


Fig. 1. Relationship between parent stock size and resultant year class of sardine in the Northern Japan Sea.

すなわち、親魚量と年級量との間に、日本海北区ではある調節関係が作用している。

RICKER (1958) はこの曲線からのずれを環境のじょう乱作用によるものと考えたが、図でみると1950年代初期の日本海北区の残存親魚数は、再生産力を破壊するほどに減じてはおらず、むしろ安定しているものようである。

注意すべきことは、1930年代の大漁時代の資料が用いられていないことである。当時の資料が得られて、これを加えれば、あるいは図上の点はさらに右方にひろがり、曲線の形が変わって、現在引かれた線は、曲線の左方分枝の一部にすぎなくなるかも知れない。

しかし、少なくとも、この数年の資料による限り、親魚資源の衰退が、再生産の減少という悪循環を来してイワン資源を破壊するということは考えられない。

(3) 稚仔量と加入年級量

上述のように、親魚量とそれに由来する年級量との関係は、ある程度日本海北区で認められながら、しかも資源量の変動は再生産力を阻害するまでに達していない。それで、再生産力を調節する密度依存的な因子があるとしても、これは親魚から産出された新しい年代のものが、その世代になつてから作用すると考えてみる。この点に立ち、稚仔量と成魚として加入する量との関係について考えることにする。

伊東 (1957) は、日本海北区において、能登沖で採集される稚仔量と、同一年級の2才魚との間に関係のあることを示し、これを2才魚の量の予報に用いることを示唆している。事実1951乃至57年の年級については、この両者の間に0.58なる相関係数(1%有意)が存在する。

しかし乍ら、この両者は単に平行であるとのみ考えるのは不十分ではなからうか、この間に RICKER の考えた密度調節作用(その生物学的関係は別に考えるとして)は存在しないであろうか。

さきにのべた RICKER の式(8)の P のかわりに、稚仔数 L (能登沖、1揚網当り)を用いて、同一年級の2才魚の航海当漁獲と比較し、前と同じく A , b を求めた(第15表)。

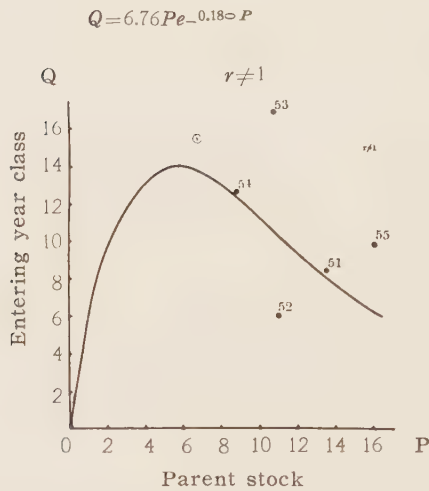
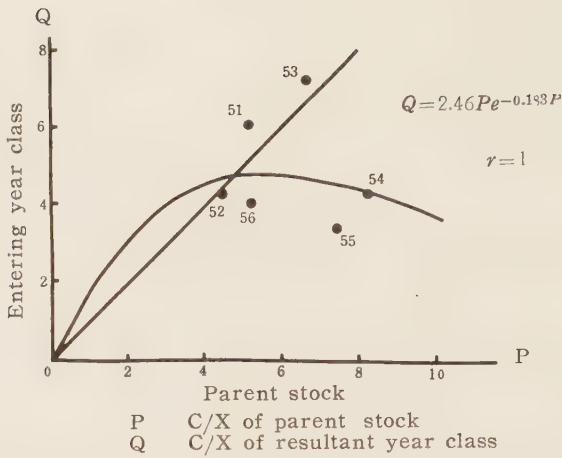


Fig. 2. Reproduction curve of sardine in the northern Japan Sea.

Table 15. 北日本海における稚仔量とこれによる年級量 (2才)
Abundance of larvae at Northern Japan Sea and the population size
of the same year class at two-age fish

Year	L (number of larvae per haul)	Q (generated year class)	Q/L
1951	1.9	3.26	1.71
52	9.3	2.83	0.30
53	17.8	5.07	0.28
54	9.8	2.16	0.22
55	5.9	2.11	0.36
56	13.2	2.64	0.20
57	4.6	2.11	0.46

この結果第3, 4図に示すとおり

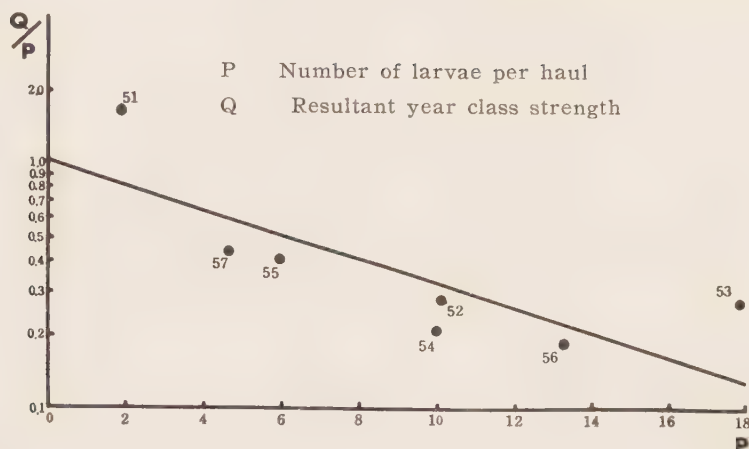


Fig. 3. Relationship between the number of larvae and resultant year class of the sardine in the northern Japan Sea.

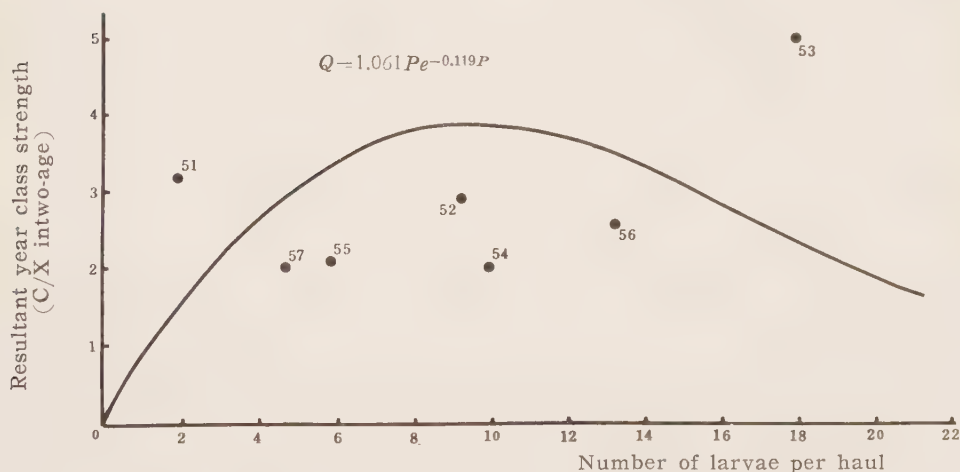


Fig. 4. Reproduction curve of large sardine in the Japan Sea

$$A=1.061 \quad b=0.119$$

すなわち

$$Q=1.061Le^{-0.119L} \dots\dots\dots(11)$$

であり、 b の値は有意である。そして親魚数と加入年級量との関係(第1図)と第2図を比較してみると今の方が点の位置は曲線のモードより左側に多い。すなわち親魚数が現在の所では再生産力を減退せしめるほどに減じていないのに対し、現状でも稚仔の生残数は、最適密度より小さい。

もちろん自然のじょう乱作用が作いて、曲線上の点はばらついているが、稚仔の生残数が現在の約2倍になるように環境の好転がない限り、資源の安定、回復は望まれないであろう。

Ⅳ．結 論

(1) 日本海の大羽イワシの利用度は西区で平均0.6, 北区で0.5, 自然死亡率は西区で0.2, 北区で0.4程度であるが利用度は北区の方が変動が多い。

(2) 漁獲率は西区で平均41%, 北区ではこれより低く16%である。そして北区ではこの変化は努力量にはあまり作用されず、むしろ利用度によるが、西区では努力量と利用度は同様に漁獲率に作用する。巾着網の増加は西区の漁獲率を高め、時に60%以上にも達することがある。

(3) 2才魚の加入量がもし一定に保たれるのであれば、西区では現在の努力量は、最大生産をあげ得る最適努力量よりは低い。しかし期待される最大生産量は、努力量を50%以上増すのに対し、僅か14%の増大にすぎず、コストを考えると努力を減ずる方が特策である。この状態は漁場が完全利用の状態になつてもあまり変化ない。

北区では加入量が一定であれば、努力増加の余地がある。しかしこれも漁場利用度が高いときは、努力の増大は漁獲量の増大をあまり伴わない。

(4) 当才魚の漁獲強化と、2才魚加入量の変化との関係は明瞭でない。

(5) 親魚資源量の変動が、これから産出した年級が2才魚となつて大羽イワシとして加入するときの量との関係は西区では不明である。北区では RICKER の示した $Q = Ape^{-bP}$ (P は親魚量, Q が年級加入量) の関係が存在し、親魚の密度に依存する年級量の調節効果が認められるが、1956年級までの資料による限り、現在の親魚量の水準は再生産力を破壊するに到つているとはいえない。

(6) 能登地方の稚仔量と、同年級の2才魚との関係が示唆されているが、この両者には正相関のみならず(5)と同様、密度依存の調節作用がみとめられ RICKER の示した関係が存在する。1957年までの資料によれば現在の稚仔量は、成魚加入量を最大にする適正量より概ね低位であり、現在の約2倍の稚仔量が確保されるような状況にない限り資源の増大は望まれない。

文 献

CLARKE, F. N. and J. C. MARR, (1955). Population Dynamics of the Pacific Sardine; *Progress Report of CCOFI* 1954-55.

伊 東 祐 方 (1957). 日本海北部海域の2才魚の出現量の予測, 日本海イワシ資源調査概要 No. 12.

宮 田 和 夫 (1959). 対馬暖流の四季と北部日本海春の大羽イワシ 漁況予報, 日水研パンフレット No. 8.

RICKER, W. E., (1954). Stock and Recruitment. *J. Fish. Res. Bd., Canada* 11(5)

—— (1958). Maximum Sustained Yield from Fluctuating Environment and Mixed Stock; *ibid* 15(5).

WIDRIG, T. M., (1954). A Method Estimating the Size of Fish Population with an Application to Pacific Pilchard. *Fish. Bull. U. S. FWS* No. 94.

YAMANAKA, I., (in manuscript). Some Note on the Natural Mortality and Availability of California Sardine.

山中一郎・伊東祐方 (1957). 昭和29年イワシ資源協同研究経過報告.

日水研年報, (6): 17-29, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6): 17-29, 1960.

海流封筒の漂着状況からみた日本近海における

マイワシ卵・稚仔の移行—II—

伊 東 祐 方・笠 原 昭 吾

Drift of Sardine Eggs and Larvae in the Surrounding Waters of Japan as Discussed by the Results of Drift Envelope Release Experiments—II.

BY

SUKEKATA ITO AND SHOGO KASAHARA

Abstract

The drift of sardine eggs and larvae in the surrounding waters of Japan was estimated from the results of drift envelope release experiments carried out on the main spawning areas of Japanese sardine during the period 1957-1959.

1. The sardine eggs and larvae produced in the seas north-west of Kyushu and southwestern Japan Sea in winter were supposed to be carried to the south by the drift currents generated by the north to north-west monsoon winds. It may subsequently be stated that the catch of 0-age sardine in these regions is strongly influenced by, in addition to other factors, the year-to-year shift in geographical position of the center of spawning in the above-mentioned seas.

2. Of the eggs and larvae liberated in the middle and northern Japan Sea in spring, a large part would be carried northwards along the Japan Sea coasts of northern Honshu, as the warm currents become intense, and some are considered to go adrift far away to Funka Bay and further to Sanriku coasts of the Pacific Ocean after passing through the Tsugaru Straits.

3. Some of the eggs and larvae spawned on the Pacific coastal areas would be drifted towards and sustained in the coastal waters by the counter and eddy currents but a large part would be carried far away to the offing by the Kuroshio.

4. From the present results, it seems likely that during the big catch period (1930's) of sardine, the eggs and larvae produced in the Satsunan sea areas, one of the centers of high spawning activity at that time, had mostly been carried far away to the offing by the warm currents.

I. は し が き

1957年以来日本近海におけるマイワシ *Sardinops melanosticta* (Temminck et Schlegel) の主要産卵場でその海域の産卵期に海流封筒を投入し、その漂流状況から卵・稚仔の移行の状況を推定する一つの試みを行なってきた。

1957年の結果については前報（伊東・笠原 1958）で報告したが、今回は1958・1959両年の結果と3カ年（1957～1959）の資料を総括し、これに基づいて日本近海におけるマイワシの卵・稚仔の移行について考察を進めてみたい。

報告にさきだち、この調査に絶大な協力を賜った鹿児島・熊本・長崎・佐賀・福岡・山口外海・島根・鳥取・福井・新潟・山形・秋田・青森・大分・三重・愛知・千葉の17府県の水産試験場および南海区水産研究所延岡支所の担当者各位に感謝の意を表わします。また本調査に有益な教示と鞭撻を賜った日本海区水産研究所長内橋潔ならびに同所資源部長加藤源治の両氏に深甚な謝意を表わすとともに、種々協力と助言をしていただいた西村三郎・渡辺和春両氏にお礼を申し上げる。

II. 海流封筒の投入および拾得の概要

1958・1959両年の調査海域としては1957年同様日本近海の重要産卵場である九州海域・山陰海域・能登近海・男鹿半島周辺・日向灘および房総近海に重点をおいて投入試験を行なった。

1 地点における封筒の投入人数は1958年には50枚、1959年には30枚を原則として実施した。なお、使用した海流封筒はポリエチレン製で膜の厚さ0.3mm、短辺100mm、長辺175mmのもので熱処理によって接着したものである。

海流封筒の投入の概要およびそれらの1960年8月31日までの拾得概況を第1、2表に示した。表によつて明らかのように、投入海域ごとの拾得率は両年ともよく類似していて、日本海北部・能登近海・日本海西部において高く（約45～60%）、太平洋側では低い（10%前後）。また、九州北西域のものではその中間の27

第 1 表 1958年海流封筒の投入および拾得の概要

投 入 官 署	投入月	投入点数	投入枚数	拾得枚数	拾得率(%)
九州北西域		37	1,850	503	27.2
熊本・長崎・佐賀・福岡水試	I	10	500	133	26.6
鹿児島・熊本・長崎・佐賀・福岡水試	II	13	650	177	27.2
熊本・長崎・佐賀・福岡水試、南水研延岡支所	III	11	550	183	33.3
鹿児島水試	IV	3	150	10	6.7
太平洋沿岸域		10	500	45	9.0
南水研延岡支所・三重水試	II	3	150	2	1.3
南水研延岡支所	III	2	100	4	4.0
千葉水試	IV	2	100	32	32.0
千葉水試	V	1	50	7	14.0
三重水試	VI	2	100	0	—
日本海西部		26	1,295	639	49.4
山口外海水試	I	4	200	93	46.5
山口外海・島根水試	II	8	400	201	50.3
山口外海・島根・鳥取水試	III	8	400	218	54.5
鳥取・福井水試	IV	4	196	83	42.4
福井水試	V	2	99	44	44.5

投 入 官 署	投入月	投入点数	投入枚数	拾得枚数	拾得率(%)
能 登 近 海		21	1,050	589	56.1
日 水 研	IV	11	550	305	55.5
日 水 研	V	10	500	284	56.8
日 本 海 北 部		8	550	326	59.3
新潟・秋田・青森水試	V	6	450	267	59.4
青 森 水 試	VI	2	100	59	59.0
合 計		102	5,245	2,102	

第 2 表 1959年海流封筒の投入および拾得の概要

投 入 官 署	投入月	投入点数	投入枚数	拾得枚数	拾得率(%)
九 州 北 西 域		32	960	256	26.7
鹿児島・熊本・長崎・福岡水試	II	8	240	50	20.8
鹿児島・熊本・長崎・佐賀・福岡水試 南水研延岡支所	III	18	540	144	26.7
熊本・佐賀・福岡水試	IV	6	180	62	34.5
太 平 洋 沿 岸 域		12	390	47	12.1
南水研延岡支所	II	2	60	1	1.7
南水研延岡支所・大分水試	III	5	150	30	20.0
千 葉 水 試	V	2	60	0	-
三 重 水 試	VI	2	60	6	10.0
千 葉 水 試	VII	1	60	10	16.7
日 本 海 西 部		24	780	358	45.9
山口外海・島根水試	II	6	180	92	51.1
山口外海・島根水試	III	6	180	79	43.9
山口外海・島根・鳥取・福井水試	IV	9	300	143	47.7
鳥取・福井水試	V	3	120	44	36.7
能 登 近 海		36	1,320	613	46.4
日 水 研	IV	20	720	352	48.9
日 水 研	V	16	600	261	43.5
日 本 海 北 部		12	360	204	56.7
山 形 水 試	IV	2	60	28	46.7
新潟・山形・青森水試	V	7	210	125	59.5
秋 田 水 試	VI	3	90	51	56.7
合 計		116	3,810	1,478	

%前後の拾得率を示している。

これらの拾得率は1957年のそれに比べて九州北西域・日向灘・東海海域で約5～8%, 日本海西部で約15%, 能登近海・日本海北部において約30%高くなっている。1957年に比べてこのように高いのは海流封筒に用いた材料の相違に主因があると考えられる。すなわち、1957年は塩化ビニール（比重: 1.2～1.6）を使用したため、漂流中沈下するものが一部あり漂着率の低下を招いたのに反し、1958年以降はポリエチレン（比

重: 0.92~0.93) を用いたので途中で沈下することはなく高率を示したものと推定される。

Ⅲ. 調 査 の 結 果

海流封筒の投入の県別・月別にみた漂着地域別の拾得数を示すと付表1~5のようになる。これに基いて地域ごとの漂流の概要を述べる。

1) 九州北西海域 (付表1)

投入地点は1958・1959両年ともほぼ同様で、大隅海峡付近・天草灘・五島灘・対馬東水道・福岡県北西沿岸部で、また1・2・3月を中心に投入が行なわれている。

五島列島周辺および天草灘で投入したものは全体として南下の傾向を示し、投入点が五島列島寄り、さらにその西方沖合のものほどその傾向が顕著である。その傾向は1957年の結果と同様であるが、2月以降に投入したものの一部に大隅海峡を抜けて太平洋を北東に漂流したものが有り注目される。すなわち、1958年には1枚が紀伊水道本土側(和歌山県)に、1959年には室戸岬付近に、さらに北東に漂流したものでは伊豆諸島に漂着し、また小数ながら大吠埼を越えて鹿島灘沿岸に着いている。これは1957年には認められなかつた事例であり、前述の封筒の材料の違いに原因があるにしても、1958年さらに1959年には北東に漂流し拾得された枚数も多いことは興味深い。

大隅海峡附近では2・3・4月に投入が行なわれているが、2月の場合は両年とも拾得されたものではなく3・4月においては主として屋久島あるいは種ヶ島東岸に漂着し、一部は北東に漂流して高知県安芸市に1枚、八丈島に1枚着いている。

対馬東水道と福岡県北西沿岸域で投入した1・2月のものでは、主として南東に漂流しその付近の海岸に漂着し、一部は下関海峡から瀬戸内海に流入しており前報と同じ傾向が認められる。しかし3月投入したものではその例は少なく、ほとんどが山口・島根両県沿岸に漂着し、一部青森県さらに北海道にまで達したものがある。このことは1・2月の投入および1957年にはみられなかつたことである。

2) 日本海西南海域 (付表2)

1・2月の日御碕以西の山口・島根両県沿岸で投入されたものの漂着状況は1957年と同様北上したものはきわめて少なく、ほとんどが接岸して投入点近くの海岸に漂着している。この傾向は1958・1959両年とも同じである。

3月山口・島根両県沿岸域で投入されたものでは1958年と1959年で漂着状況が異なっている。1958年の場合は主として若狭湾付近まで北上して漂着しているのに反し、1959年にはさらに北上したものが多く、能登半島以北の海域にも多数漂着している。

隠岐海峡付近で投入したものは2月でも若狭湾付近まで北上し、3月投入したものでは北海道まで漂流したものが非常に多くなっている。4月以降のものではその傾向はさらに強くなっている。

若狭湾湾口部で4・5月に投入したものについても、隠岐海峡付近で3月以降に投入したものとほぼ同様な漂着状況を示している。

3) 能登近海 (付表3)

この海域で投入したものの漂流は、全体としては能登以北の日本海本土側各沿岸・北海道西岸・津軽海峡さらに太平洋本土側沿岸(大吠埼以北)・北海道噴火湾周辺と各地に広く分散して漂着しており前報および笠原(1957, 1958)の結果と変っていない。

能登半島の外浦域の輪島北北西30マイルおよび海士埼北西30マイルの両線上において投入したものの各地域への漂着割合を第3表に示した。これによると、富山湾内への流入の多かつたのは1958年5月の海士埼線投入の45.5%, 1959年5月の輪島・海士埼線上のそれぞれ43.3%, 30.3%などである。一方1959年4月両線で投入されたものでは湾内への漂流は非常に少なく漂着率は10~20%である。このときは富山・新潟両県の県境から入道埼間の沿岸に50%前後の漂着をみており、富山湾内への流入と逆な関係を示しているようである。

能登外浦域(主要産卵域)から富山湾内へ流入する流れは春季には年・月・投入域によつて異なりきわめ

て複雑であることが再確認された。

この海域で投入したもので入道埼以北に漂流したものについてみると、津軽海峡西口付近（入道埼—竜飛埼間）への漂着はつねに10%前後で変化は少ないが、北海道西岸への漂着または津軽海峡内に流入する割合は年あるいは月によって変化がある。

なお、1958年5月27日海士埼北西30マイルの地点で投入したものの1枚が三陸沿岸を南下して同年10月15日伊豆大島で拾得されたことを付記しておく。

第 3 表 能登外浦沿岸部で投入したものの各地への漂着割合

海流封筒投入年、月	拾得枚数	漂 着 地 域					
		能登半島 外 浦 岸	富山湾内	富山、新潟両県 境～入道埼間	入道埼～ 竜飛埼間	北海道西岸	津軽海峡および太平洋沿岸
輪島北北西30マイル線		%	%	%	%	%	%
1958. IV	145	17.9	22.1	24.2	10.3	6.2	19.3
“ V	99	—	17.2	27.3	10.1	14.1	31.3
1959. IV	73	6.8	9.6	52.1	8.2	5.5	17.8
“ V	74	20.2	43.3	16.2	5.4	4.1	10.8
海士埼北西30マイル線							
1958. IV	130	1.5	6.2	10.8	13.1	23.8	44.6
“ V	154	4.6	45.5	14.9	8.4	6.5	20.1
1959. IV	89	5.6	19.1	48.3	10.1	1.1	15.8
“ V	56	23.2	30.3	8.9	7.2	7.2	23.2

4) 日本海北部海域（付表4）

新潟県から青森県日本海沿岸域において投入したものでは、青森県西岸に漂着したものの一部を除いて、他は津軽海峡内に流入したものが多く、北海道西岸に漂流したものはきわめて少ない。これは1957年の傾向と同様である。海峡内に流入したものの多くは太平洋を南下して三陸沿岸に漂着している。また1959年5月青森、同年6月秋田沿岸で投入したものでは噴火湾内への漂着が多かったことが特徴である。

5) 太平洋海域（付表5）

この海域における投入試験は断片的であり、また拾得率は10%前後で詳細については明らかでない。日向灘付近で投入したものは主として豊後水道口付近の海岸に漂着し、一部は投入点から北東に漂流し、伊豆諸島に達したものもある。

1959年6月潮岬周辺で投入したものは紀伊水道から瀬戸内海に漂流したものが認められた。

房総半島の南端沿岸で投入したものでは、一部は南下して相模湾内に流入し、また伊豆諸島の新島に1枚漂着した。7月投入したものに顕著であるが、北上して大吠埼を越え鹿島灘さらに一部は青森県太平洋岸に達したものも認められる。

このように日向灘および房総沿岸で投入したものでは1957年の調査結果に比べて北上したものが多いことが注目される。

Ⅳ. 1957—1959年の海流封筒の漂着状況からみた主産卵域の表層流

1957—1959年の3カ年にわたってマイワシの主産卵場（距岸30哩以内の沿岸域）でそれぞれの海域の産卵時期に投入した海流封筒の漂着状況から、それぞれの海域の産卵時期すなわち九州北西海域・日本海西部

海域・日向灘海域にあつては1～3月、能登以北日本海側では4・5月、太平洋沿岸では4～6月（太平洋沿岸においては投入時期はかならずしも産卵期に一致していない）における表層流を推定しそれを模式的に示したのが第1図である。

図からそれぞれの海域によつて異なつた流動を示しているようである。これはそれぞれの海域で投入時期・気象条件・地形的条件が異なるので当然のことであるが、これがそれぞれの海域の産卵場の位置・産卵量・生残り率などに関連してマイワシの補給問題・回遊などに重要な示唆を与えよう。

V. マイワシの卵・稚仔の移行 についての考察

卵・稚仔のような遊泳力をほとんどもないものの移行を支配する重要な要因は流動であることは論をまたない。流動といつてもそれら分布層のそれが問題となる。

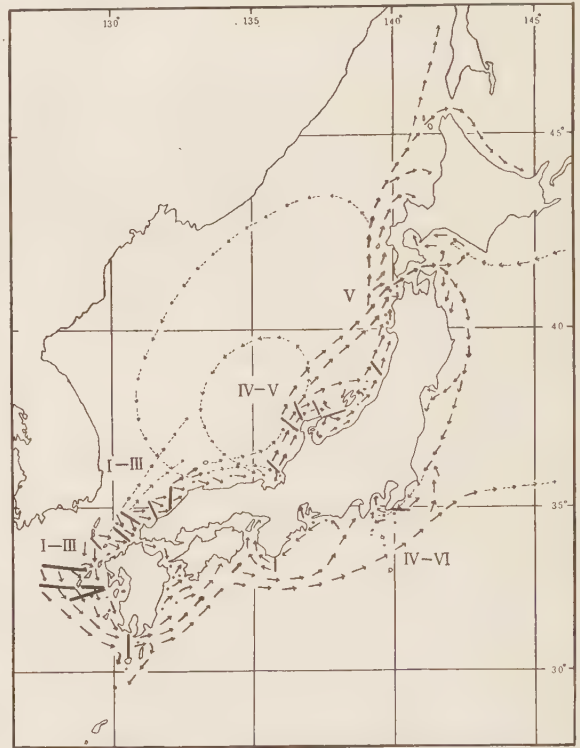
マイワシの卵・稚仔の垂直分布については、能登近海においては卵は表層から70m層もの広い層に分布するが、とくに表層から30m層に多く、前期稚仔の初期時代は20～30mの中層に多く分布するのが一般的である。しかし、卵時代でも発生段階によつてその分布層は変化することが考えられる。すなわち、卵の放出は表層から40・50m層の広い層に行なわれるが、放出直後の卵および発生中期までの卵は浮上することが推定され、また後期卵では沈下し、ふ化直後の前期稚仔および後期稚仔の初期時代は中層に浮遊する。しかし、海中における卵・稚仔の分布は卵・稚仔自体の浮遊機構のほかはそれらの分布する流動により強く影響されるため、放出水深の相互の位置的關係を保ちながら上述の垂直移動を行なうものと考えられる（伊東、1957；西村、1957、1960；伊東、未発表）。

他海域における卵・稚仔の垂直分布については明らかにされていないが、能登近海における場合とそう大きく異なることはないと考えられる。

また、後期稚仔の後期時代およびカエリ時代においては明らかでないが、この時代には垂直分布において日周期活動をするものと考えられ、分布はさらに複雑になるが、表層から50m層にかけて多く分布するものと推定される。

総じてマイワシの卵・稚仔・稚魚時代は50m層以浅に多く分布し、その水層の流れのつて成育を続け集束拡散をとまなつて移行を続けるものと考えてよからう。ただ、後期稚仔・稚魚時代に成育するにつれて遊泳力をもち、各種の刺激に反応するようになるので、かならずしも流動だけに支配されることはないかもしれないが、大局的には流動に支配される場合が多いと考えたい。

すると卵・稚仔・稚魚の移行を考える場合、それぞれの発生段階によつて最多分布層は異なるが、50m層以浅にとくに25m層前後の流動を重要視すべきものと考えられる。



第1図 海流封筒の漂着状況からみたマイワシの主要産卵海域における産卵時期の表層流の推定模式図

—— 投入海域
--- 投入時期

今回の海流封筒の漂着状況が推定される流動はごく表層の流動であるので、その流動と卵・稚仔が多く分布すると推定される中層の流れと一致するかどうかが問題となる。

それで、1960年5月に能登近海および富山湾において、海流封筒・海流瓶および10・25m層に垂下する抵抗板付の海流瓶の漂流比較試験を行なったところ、海流封筒の漂着状況から推定できる表層の流動と海流瓶および10・25m層の抵抗板付海流瓶から推定される流動とは大略的に一致するとの結論をえた(笠原, 1960)。

すると、能登近海のマイワシ産卵期の海流封筒から推定される表層流と卵・稚仔の分布層の中層の流動とは一致すると考えられる。

これは産卵期が春季にあたる海域にも大略的には適応されると考えられる。

産卵期が冬季にあたる九州北西海域・日本海西部海域における表層流と中層の流動との関係について実証された資料はないが、宇田(1958)、辻田・近藤(1958)の指摘しているように、季節風卓越期の北—北西風の連吹によつて生ずる吹送流はそれらの海域においては相当の深さまで及ぶものと考えられ、卵・稚仔の浮遊層の流動も吹送流すなわち海流封筒の漂流によつて示される流動とほぼ一致すると考えてもよいだろう。

そのような考え方になつて、今回えられた推定表層流から卵・稚仔の移行について考察を進める。

まず、九州北西海域での主要産卵場(五島灘周辺・天草灘海域)の2・3月の産卵盛期における流れは3カ年の調査によつていずれも南下傾向を示し、西方沖合に寄るほど南下が強いことが推定されたが、これは福岡水試報告(1957)、辻田(1958)のえた結果と一致する。したがつて、この海域で放出された卵・稚仔はこれらの流れによつて南下しながら沿岸部に集積され、定常的に存在する渦動域で停滞育成しよう。また沖合のものほど南部に運ばれ、一部は大隅海峡を北東に漂流して太平洋沖合に移行するものもあることが予測される。

対馬東水道から山陰沿岸についてみると、1〜3月初旬ころまでは季節風の卓越によつて南東への流れが主であるが、3月下旬以降では季節風も弱まり、北上の流れは次第に増加してくる。それは年により多少の遅速もあり、また北上域も多少異なるが能登以南が主体を占めよう。したがつて、この海域の主要産卵時期は1〜3月であるので卵・稚仔は沿岸域に集積され、3月下旬以降徐々に北上することが考えられる。一方、山口—福岡海域で放出されたものの一部は下関海峡から瀬戸内海に移行するものもあろう。この海域で産卵されたものが五島灘以南まで南下するものは少ないと思ふ。

これらのことから山陰から九州西方海域にかけての主要産卵場が形成される位置およびその量的問題などの年変動はそれぞれの海域のシラス・小羽・中羽イワシの豊凶に大きく影響するものと考えられる。1952〜1954年には九州海域、主として五島灘周辺の0才魚の漁獲尾数は全国のその45.6〜60.0%の高い比率を示していたが、その後年々激減している。一方、日本海西部海域では巾着網船の増加も関連するが年々急増している。

これらのことは、1952〜1954年ころまでは大羽イワシの南下がみられ、産卵場が九州北西海域でも形成され産卵が盛んに行なわれており、その海域で放出された卵・稚仔は南下接岸し、地形的渦流域に停滞育成を続けているものが多く好漁を示したものであろう。しかし、その後九州南西海域への南下は減少し、産卵場もその海域に形成されることが少なく、その海域より北で形成されたと推定されている(有垣・ほか, 1959)。したがつて、これらの現象に対応して五島灘での当才魚の漁獲は減少し、一方日本海西部海域の漁獲の増加を招く結果となつたと考えることも一応できよう。それら現象のほかに生残りの問題、また、漁獲条件の問題などが関連していることは否定できないが一つの要因であることは間違ひなからう。

能登近海における産卵期は4・5月で、対馬暖流の増勢期にあたつており、吹送流による接岸流は認められず、第1図に示したように広く北上するようになる。したがつて、この海域で放出された卵群は一部は富山湾内に留まるものもあるが、多くは日本海北部海域に北上分布し、一部は津軽海峡さらに噴火湾、三陸沿岸に達するものがあると考えられ、日本海西部・九州北西海域のものに比べて広く分散することが特徴である。富山湾内への移行は年により月によつて変動することが考えられる。

能登近海における戦後の産卵密度、あるいは量は他の海域に比して大きい³⁾が、日本海北部の当才魚の漁獲は少ない、このことは生残りの問題も関連するかもしれないが、この海域の流動は広く北上し、しかも海岸地形が単調で定常的に形成される渦流域が少ないため、魚群を停滞させる海況条件が少ない。また、能登近海のマイワシ卵・稚仔採集点当り稚仔採集量を2年後に2才魚として日本海北部海域に出現し流網に漁獲される量(1隻当り漁獲尾数)とに相関が認められること(伊東、未発表)、また、日本海中部海域で冬季に脊椎骨数の高い1才魚が漁獲されること(渡辺、未発表)などから考えて卵・稚仔時代に広く分散し、しかも同一海域に長く停滞成育することが少ないため漁獲対象になりにくくそれを対象とする漁業も発展せず、当才魚の漁獲が少ないと考えられる。したがって、1才魚あるいは大羽イワシとなつてはじめて漁獲に添加するものと考えられる。

日本海北部についても今回の結果および青森水試報告(1957)によつても、この海域の卵群(産卵量は年によつて変動が大きい)の一部は七里長浜などの渦流域に一時的に留まるものもあるが、その多くは津軽海峡・噴火湾・三陸沿岸などの太平洋域に移行し、北海道西岸に運ばれるものは少ないと思ふされる。このことは日本海北部の発生群が太平洋本上側北部域に補給されることを意味し、回遊・系統を究明する上に重要な示唆を与える。

つぎに太平洋岸についてみる。まず日向灘海域の産卵盛期の2・3月の流れはその北部沿岸域では主として豊後水道方面への流れを示し、南部沿岸域では北東に流れ出る様相を呈している。したがって、この海域で放出された卵群は日向灘沿岸および豊後水道へ移行するものと黒潮の流れによつて沖合に移行するものがある。したがって、この海域の産卵場の形成される位置および黒潮流軸の本土側への接岸状況が日向灘・豊後水道のマイワシの豊凶を決定する要因の一つと考えられるかもしれない。浅見(1958)もカタクチイワシの卵・稚仔の移行から2・3月は東へ流れる場合が多いとしているが年による変動のあることを認め、それらがシラスの漁況と関連することを示唆している。

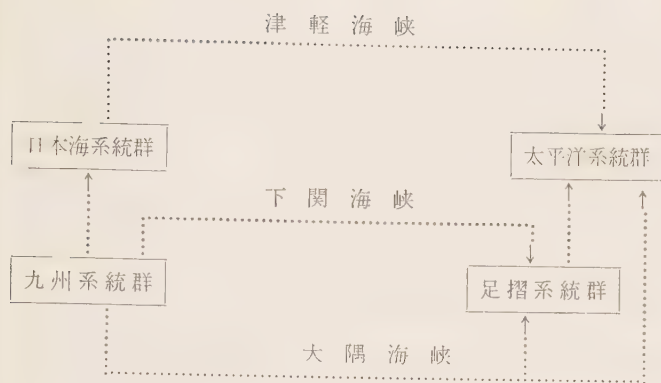
遠州灘沿岸では、1957年の結果からここで産卵されたものは沿岸反流にのつて一部は伊勢湾内に、一部は志摩半島に沿つて南下すると考えられたが、1959年の結果ではさらに沿岸に沿つて紀伊水道内に移行するものがあると推定される。

房総半島周辺海域においても南下反流が存在し、一部は相模湾内へ流入している。また一方、半島に沿つて北上し犬吠岬を越えて鹿島灘さらに太平洋北部海域に流れる。したがって、この海域の卵群の一部は相模湾などの内湾に移行し、他は北上の流れに運ばれて太平洋北部沖合に移行するであろう。後者については小達(1957)、東北水研(1960)の資料によつてもうかがい知ることができる。

つぎに、大漁時代(1930年代)の主要産卵域とされている大隅海峡域(中井, 1949)についてみると、3カ年とも前述したように海流封筒の漂着状況は種子島に多く漂着し、そのほか八丈島・高知付近に1~2枚着いたほか拾得されていない。また1957年冬季に行なわれた鹿児島大学⁴⁾の海流瓶の投入結果(1958)によれば、大隅海峡を北上する流れはきわめて弱く種子島北部に圧流され南下するものが強いが、その流れは南種子島の東側で黒潮本流に合して北東に流れる傾向があると報告している。これらのことはこの海域の卵群は太平洋沖合にひろく分散されることを示すものであろう。しかし今回の調査年はちょうど遠州灘沖合の冷水域の出現年(1954~)に行なわれているので平年の状況と多少異なっているかもしれない(NAN'NITI, 1958; FUKUOKA, 1960)。

総じて太平洋域の房総・遠州灘・日向灘海域で放出された卵群は黒潮反流あるいは分流によつて沿岸域に停滞成育を続けるものもあるが拾得率などから考えて太平洋沖合に広く分散するものが多いと推定される。それらのうち、成育を続けたものは秋季に東北海域に添加するものもあろう。

これらを筆者の1人伊東(1957)の想定した4系統群についてそれぞれの系統群の卵・稚仔時代の混合あるいは補給について想定してみると、それぞれの系統群の卵・稚仔・稚魚群は大きく混合することはないが、一部では移動混合することが考えられ、それらの状況を模式的に示してみると次のようになる。



したがって、太平洋北部域の太平洋系統群には九州系統群・日本海系統群・足摺系統群から一部補給される可能性がある。

なお戦前の大漁時代に漁獲の主体を占めていた太平洋北部海域の卵・稚仔の補給問題については別報で報告したい。

以上は海流封筒の漂着状況からマイワシの卵・稚仔の移行さらに当才魚時代の補給・混合の問題にもふれたが、卵・稚仔は移行中に

成育を続け次第に遊泳力をもつ生物群集であるので、単に流動だけによつて移行すると考えるのは問題があるし、また各層の流動は詳細にみた場合必ずしも一致しないことがあるので、上述の推論は今後の卵・稚仔の稚魚時代の生態の究明、さらに生残り機構などの研究の進展と相まつてさらに検討されるべきであろう。

VI. 摘 要

1957～1959年にわたつてマイワシの重要産卵海域（九州北西海域・日本海西部海域・能登近海・男鹿半島周辺海域・日向灘・房総近海など）において、それぞれの海域の産卵時期に海流封筒の投入を行ない、その漂着状況から表層流および卵・稚仔の移行について考察を試みた。

1. 産卵時期が冬季にあたる九州北西海域・日本海西部海域では季節風の連吹によつて生ずる吹送流の影響をうけて、卵・稚仔群は南下し、それぞれの海域の沿岸域で停滞成育するものが多いと考えられる。したがって、それらの海域のどこで主要な産卵が行なわれるかが、それぞれの海域の当才魚の豊凶を決定する一つの要因と考えられる。

2. 日本海中部以北の海域で放出された卵・稚仔群は沿岸域に長く停滞することは少なく広く分散移行し、一部のものは津軽海峡さらに噴火湾・三陸沿岸に運ばれるものがある。

3. 太平洋海域（日向灘・房総近海・遠州灘など）で放出された卵群は沿岸反流あるいは渦流によつて沿岸域に留まるものも一部あるが、多くは黒潮によつて沖合に分散移行しよう。

4. 1930年代の大漁時代に主要産卵場の一つであつた薩南海域の卵・稚仔群は黒潮によつて太平洋沖合に移行したものが多かったのではないかと推定される。

文 献

青森水試 (1958). 昭和32年度沿岸資源委託調査経過報告。

浅見忠彦 (1958). 海洋中に於ける卵・稚仔の拡散収斂の状況について。I. 南海区水研報告, (7)。

FUKUOKA, J. (1960). An analysis on the mechanism of the cold water mass appearance in the Enshu-nada. *Oceanogr. Mag.*, 11(2)。

石垣富夫・加賀榮吉・北野 裕・佐野 纈 (1959). 昭和30年沿岸重要資源協同研究経過報告。

伊東祐方 (1957). イワシ類の生活史。昭和29年鯷資源協同研究経過報告。

———・笠原昭吾 (1958). 海流封筒の漂着状況からみた日本近海におけるマイワシ卵・稚仔の移行—I。日水研年報, (4)。

鹿児島大学水産学部 (1958). 対馬暖流開発委託調査報告書。

笠原昭吾 (1957). 1955年春季日本海北部海域の表層流について。日水研年報, (3)。

——— (1958). 1956年春季能登近海の表層流とマイワシ卵・稚仔の移行についての考察。日水研年報, (4)。

——— (1960). 海流封筒, 海流瓶および抵抗板付海流瓶の漂流比較。日水研年報, (6)。

- 中井甚三郎 (1949). 鰯はなぜ漁れない. 水産季刊, 第2輯.
- 西村三郎 (1957). 浮游深度によるマイワシの発生速度の相違について. 日生態会誌, 7(2).
(1960). マイワシ発生初期卵群の海中における行動. 日海洋会誌, 16(1).
- NAN'NITI, T. (1958). A theory of the mechanism of the generation of the cold water region in the offing of Enshu nada. *Pap. Met. Geophys.*, 8(4).
- 小達 繁 (1957). 東北海区に於けるカタクチイワシに就いて. 東北水研報告, (9).
- 佐賀県水試 (1957). 対馬暖流調査. 海流瓶資料.
- 東北水研 (1960). 黒潮前線から分散する暖水塊の漁場形成機構に関する研究. 昭和34年度調査成績表.
- 辻田時美 (1958). 対馬暖流開発調査報告書. 第1輯.
- 辻田時美・近藤正人 (1958). 東支那海のサバの生態と漁場の海洋学的研究(1). 西海水研報告, (14).
- 宇田道隆 (1958). 対馬暖流開発調査報告書. 第1輯.

付表1 1958・1959年九州北西域において投入したものの漂着地域別（県別）拾得数

漂着地域		鹿 児 島 県					長 崎 県				佐賀県	福岡県	拾得数計
投入 県・月・点数	太平洋沿岸	大 群 島	隅 島	甌 列 島	鹿 児 島 沿 岸	熊本県	五 列 島	島 島	奄 岐 島	長 崎 沿 岸	佐賀県	福岡県	
1958年													
鹿児島 Ⅱ. (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Ⅲ. (1)	-	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29
Ⅳ. (3)	1 (八丈島)	8	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	10
熊 本 Ⅰ. (2)	-	8	5	8	-	-	-	-	-	-	-	-	21
Ⅱ. (2)	-	1	26	11	-	-	-	-	-	-	-	-	38
Ⅲ. (2)	-	3	5	1	5	1	-	-	-	-	-	-	15
長 崎 Ⅰ. (4)	-	1	1	-	-	27	-	-	1	-	-	1(大島)	31
Ⅱ. (4)	1(和歌山県)	1	-	1	-	33	-	-	-	-	-	-	36
Ⅲ. (4)	1(東京都三宅島)	-	-	-	-	52	-	-	-	-	1	1(山口県)	55
1959年													
鹿児島 Ⅱ. (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Ⅲ. (3)	2 (高知県)	12	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	19
熊 本 Ⅱ. (2)	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Ⅲ. (2)	2 (高知県) 1 (東京都三宅島)	1	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	14
Ⅳ. (2)	3 (茨城県) 1 (兵庫県) 1 (愛知県)	-	9	3	-	-	1	1	-	-	-	-	16
長 崎 Ⅱ. (3)	-	2	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	18
Ⅲ. (9)	1 (高知県) 1 (徳島県) 1 (愛知県) 1 (茨城県) 1 (福島県)	-	1	1	-	18	-	22	-	-	-	-	47

漂着地域		長 崎 県					佐賀県	福岡県	瀬戸内海沿岸	山口県 外海沿岸	島根県	鳥取県	兵庫県以北	拾得数計
投入 県・月・点数	五 列 島	島 島	奄 岐 島	長 崎 沿 岸	佐賀県	福岡県	瀬戸内海沿岸	山口県 外海沿岸	島根県	鳥取県	兵庫県以北			
1958年														
佐 賀 Ⅰ. (2)	-	19	27	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	50
Ⅱ. (2)	-	37	-	1	3	-	3	-	-	-	1(福井県)	-	-	45
Ⅲ. (2)	-	2 (対馬)	-	-	1	-	34	1	-	-	1(石川県) 1(新潟県)	-	-	40
福 岡 Ⅰ. (2)	-	-	-	-	14	1(愛媛県)	15	1	-	-	-	-	-	31
Ⅱ. (2)	-	-	-	-	41	2(大分県)	16	-	-	-	-	-	-	59
Ⅲ. (2)	-	-	-	-	-	-	16	22	2	2	1(福井県) 1(新潟県) 1(北海道)	-	-	44
1959年														
佐 賀 Ⅲ. (2)	-	2	-	2	28	-	3	-	-	-	-	-	-	35
Ⅳ. (2)	-	-	-	-	-	-	5	10	1	-	1(青森県)	-	-	17
福 岡 Ⅱ. (2)	2	4	3	2	1	-	14	4	-	-	-	-	-	30
Ⅲ. (2)	-	-	-	-	-	-	7	13	-	-	1(京都府) 4(石川県) 3(青森県) 1(北海道)	-	-	29

付表2 1958・1959年日本海西部域において投入したものの漂着地域別（県別）拾得数

投入 県・月・点数		山口県	島根県	鳥取県 ～ 京都府	福井県	石川・ 富山県	新潟・ 山形県	秋田県 青森県 西岸	北海道 西岸～ オホク 海	津軽海 峡沿岸	太平洋沿岸	拾得数計
1958年												
山	口Ⅰ.(4)	18	74	—	—	—	1	—	—	—	—	93
	Ⅱ.(4)	94	21	—	—	—	—	—	—	—	—	115
	Ⅲ.(4)	5	110	—	2	—	—	—	1	—	—	118
島	根Ⅱ.(3)	—	42	32	11	1	—	—	—	—	—	86
	Ⅲ.(2)	—	26	10	2	1	1	3	1	—	1(北海道)	45
鳥	取Ⅲ.(2)	—	—	1	22	9	3	4	6	4	{3(本土側) 4(北海道)	56
	Ⅳ.(2)	—	—	—	—	4	6	17	6	7	{3(本土側) 2(北海道)	45
福	井Ⅳ.(2)	—	—	—	17	5	2	2	7	4	1(本土側)	38
	Ⅴ.(2)	—	—	—	1	7	5	9	7	7	{7(本土側) 1(北海道)	44
1959年												
山	口Ⅱ.(4)	57	9	—	—	—	—	—	—	—	—	66
	Ⅲ.(4)	19	10	5	1	11	4	1	2	2	2(本土側)	57
	Ⅳ.(4)	—	24	21	7	7	—	1	—	3	1(本土側)	64
島	根Ⅱ.(2)	—	11	14	—	1	—	—	—	—	—	26
	Ⅲ.(2)	—	5	—	—	—	2	6	—	4	5(本土側)	22
	Ⅳ.(2)	—	14	—	1	—	1	—	—	1	{1(本土側) 1(北海道)	19
鳥	取Ⅳ.(1)	—	—	7	1	10	5	2	—	—	—	25
	Ⅴ.(1)	—	—	5	20	—	—	1	—	1	1(本土側)	28
福	井Ⅳ.(2)	—	—	—	—	34	—	1	—	—	—	35
	Ⅴ.(2)	—	—	—	—	2	2	2	2	3	{2(本土側) 3(北海道)	16

付表3 1958・1959年能登近海において投入したものの漂着地域別（県別）拾得数

投入 月(点数)		漂着地域 石川 県			富山 県	新潟 本土 岸	新潟 佐 渡	山形 県 入道 崎	秋田 県 入道 崎	北海道 西岸 オホク 海	津軽海 峡沿岸	太平洋沿岸	拾得 数計
1958年													
禄剛埼北北西5'Ⅳ.(1)		—	6	10	1	1	4	3	2	2	2	1(本土側)	30
輪島北北西30'Ⅳ.(5)		26	19	13	14	5	16	15	9	15	15	{9(本土側) 4(北海道)	145
海士埼北北西30'Ⅳ.(5)		2	4	4	4	3	7	17	31	31	31	{20(本土側) 7(北海道)	130
禄剛埼北北西5'Ⅴ.(1)		—	1	1	9	—	3	7	4	4	4	2(本土側)	31
輪島北北西30'Ⅴ.(4)		—	9	8	18	2	7	10	14	19	19	{11(本土側) 1(北海道)	99
海士埼北北西30'Ⅴ.(5)		7	25	45	17	3	3	13	10	23	23	{7(本土側) 1(北海道)	154
1959年													
禄剛埼～沢崎間Ⅳ.(6)		—	7	—	33	2	61	16	7	11	11	{4(本土側) 3(北海道)	144
禄剛埼北北西30'Ⅳ.(4)		—	—	—	12	2	11	5	2	7	7	{6(本土側) 1(北海道)	46
輪島北北西30'Ⅳ.(5)		5(内1枚福井県)	4	3	28	5	6	6	4	6	6	{3(本土側) 3(北海道)	73
海士埼北北西30'Ⅳ.(5)		5(内1枚福井県)	12	5	38	4	1	9	1	6	6	{3(本土側) 5(北海道)	89
禄剛埼～沢崎間Ⅴ.(3)		—	43	5	—	—	2	3	2	—	—	3(本土側)	58
禄剛埼北北西15'Ⅴ.(3)		1(島根県)	48	2	2	1	—	5	4	5	5	{3(本土側) 2(北海道)	73
輪島北北西30'Ⅴ.(5)		15	30	2	10	1	1	4	3	3	3	{2(本土側) 3(北海道)	74
海士埼北北西30'Ⅴ.(5)		13	12	5	1	3	1	4	4	9	9	{2(本土側) 2(北海道)	56

日水研年報, 31-38, (6): 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., 31-38, (6): 1960.

海流封筒, 海流瓶および抵抗板付海流瓶の漂流比較

笠 原 昭 吉

A Comparative Study on the Drifts of the Polyethylene Current Envelope and the Current Bottles with or without Drogue

BY

SHOGO KASAHARA

Abstract

During the spawning season of sardine, *Sardinops melanoticta* (TEMME & SCHL.), off the coasts of Noto Peninsula, some release experiments making use of polyethylene current envelopes, current bottles without drogue, and current bottles with the 10 m depth and the 25 m depth drogue have been operated in order to study simultaneously both the surface and subsurface current and to compare each other. The results thus obtained as concerning recovery rate, distribution of recoveries and drift pattern have been revealed generally to agree among the four methods. It has consequently been concluded that the surface current as estimated by means of the polyethylene envelope and the bottle without drogue may essentially be similar to the 10-25 m depth current as investigated by means of the bottles with drogue, and further that the polyethylene envelope delivery operation would be substantially effective in estimating the drifts of surface or subsurface pelagic sardine eggs and larvae in adjacent waters of Noto Peninsula and even in a wider range of the northern Japan Sea.

I. は し が き

近年魚類の自然減耗の原因や産卵場と成育場の関係あるいは資源の補給問題に関連して、卵・稚仔の移行状態を知るために、ひとつの手段として海流瓶、海流封筒などの投入調査が行なわれている(辻田・近藤 1958; 木村ほか, 1958; 笠原, 1957a, 1958; 伊東・笠原, 1958)。この種の目的をもった調査において問題になることは、海流瓶、海流封筒の漂流によつて示される流動と卵・稚仔の浮游層附近における流動とがはたして一致しているかどうかである。

海流瓶、海流封筒の漂流に示される流動はごく表層のものであり、卵・稚仔の浮游層附近の流動と一致しているかどうかは明らかにされていない。

筆者らは海流封筒の投入によつてマイワシ卵・稚仔の移行問題を今まで取り扱つてきて、この点が解決されなければならない問題として残されていた。

今回海流封筒と海流瓶の投入によつて示される流動と卵・稚仔の浮游層附近における流動との関係について

本研究に懇篤な指導を賜つた日本海区水産研究所伊東祐方技官，西村三郎技官，原稿の校閲を賜つた同所資源部長加藤源治技官に対し感謝の意を表する。

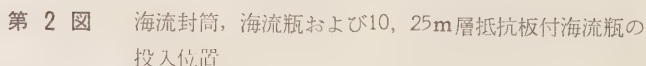
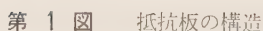
調査を計画するにあつての先決問題は卵・稚仔の浮游層についてである。

したがって、日本海におけるマイワシ卵・稚仔の移行を対象とした場合、その浮游層として10~30m層附近の流動を調べばよいことになる。そして漂流比較実験には次の4種類を用いた。

海流封筒として使用したのは、半透明のポリエチレン製品で膜の厚さ 0.3mm、短辺 100mm、長辺 175mmのものである。

ビール空瓶を用い、この中に1.の海流封筒を入れ、ゴム栓をした後、さらにこの上にビッチを塗布して密封した。

2. の海流瓶を長さ10mのマニラトワインを結び抵抗板を懸垂した.



4. 25m層抵抗板付海流瓶

2. の海流瓶に長さ25mのマニトワインを結び抵抗板を懸垂した。

抵抗板の構造およびその使用状態は第1図に示した。

投入位置は第2図および第1表に示されているように、能登外浦および富山湾内である。1地点における投入数は海流封筒、海流瓶および10、25m層抵抗板付海流瓶についてそれぞれ10本（枚）である。投入時期は1960年5月であり、同年9月10日現在までに拾得報告のあつた資料について取り扱つた。

Ⅲ. 結果について

1) 拾得概要

投入点別、種類別の拾得数および拾得率を第1表に示した。

第1表 海流封筒、海流瓶、10、25m層抵抗板付海流瓶の投入および拾得の概要

投入点番号	投入点位置		投入月日	拾得数および拾得率			
	緯度(N)	経度(E)		D. E.	D. B.	D. B. (10)	D. B. (25)
A 1	37°-15.8'	137°-17.1'	V 16	6	4	7	6
A 2	37 -12.0	137 -21.0	16	5	4	3	4
A 3	37 -08.2	137 -25.0	16	1	5	6	5
A 4	37 -04.4	137 -29.0	16	2	6	9	5
A 5	37 -00.5	137 -33.0	16	4	7	6	4
B 1	37 -36.0	137 -16.0	V 9	3	9	7	7
B 2	37 -42.5	137 -12.0	9	1	5	5	2
B 3	37 -48.5	137 -07.8	9	3	3	2	3
B 4	37 -57.7	137 -01.8	9	4	2	4	4
C 1	37 -28.8	136 -50.8	V 11	3	4	7	7
C 2	37 -33.0	136 -47.8	11	6	4	7	4
C 3	37 -37.4	136 -44.2	11	5	6	5	6
C 4	37 -41.5	136 -41.2	11	5	5	4	5
C 5	37 -50.5	136 -35.0	11	5	4	3	5
平均拾得率				37.9%	48.6%	53.6%	47.9%

1. 1投入地点における投入数は各種類10本（枚）である。

2. D.E.—海流封筒、D.B.—海流瓶、D.B.(10)—10m層抵抗板付海流瓶、D.B.(25)—25m層抵抗板付海流瓶

これによると、海流封筒では富山湾内と禄剛埼北々西30マイル線で投入された1部のものの拾得が少なかつたため平均拾得率は40%以下で他の3者に較べて若干低くなつてゐる。

海流瓶と海流封筒が沿岸部に投入された場合、海流瓶で56.1%、海流封筒で33.7%（笠原、1957b）、沖合の場合海流瓶32%、海流封筒21%（宮田・長沼、1959）の拾得率を示し、海流封筒は海流瓶に較べて10〜20%低くなつてゐる。両者によるこの差は相対的なものであり、今回海流封筒の40%近い拾得であつたことは、当初の目的である漂流比較の検討を進めてゆく上に支障のないものであらう。

第2表は拾得された全資料を地域ごとに整理したものである。

これによると、海流封筒と海流瓶の漂着は類似した傾向を示し、佐渡を含む新潟県沿岸においてその大半（拾得数の45%）が拾得されていることが特徴的で、他の地域では平均して拾得されている。10m層と25m層抵抗板付海流瓶は石川県および富山湾内において拾得されたものがめだち海流封筒、海流瓶などと若干異つた状態を示している。

第 2 表 投入場所別，種類別の地域別拾得状況（数）

投入 場所	種 類	拾 得 数	地 域 区 分							
			石川県 富山県	新潟県	山形県 入道埼	入道埼 電飛埼	北海道西 岸～オホ ーツク 海岸	津軽海峡 内沿岸	太平洋 沿岸	
A線(富山湾内)	D. E.	18	1	11	1	1	0	3	1	
	D. B.	26	1	15	5	2	1	1	1	
	D. B. (10)	31	4	11	9	2	1	3	1	
	D. B. (25)	24	2	9	5	3	1	4	0	
B線(緑剛埼北 北西30マイル)	D. E.	11	1	3	1	0	4	1	1	
	D. B.	19	3	5	4	0	3	1	3	
	D. B. (10)	18	0	2	3	3	5	0	5	
	D. B. (25)	16	1	8	0	0	5	2	0	
C線(輪島北北 西30マイル)	D. E.	24	0	10	5	4	2	3	0	
	D. B.	23	0	11	5	4	0	2	1	
	D. B. (10)	26	9	5	1	5	1	2	3	
	D. B. (25)	27	16	3	3	1	1	3	0	
A・B・C 線 合 計	D. E.	53(100)	2(3.7)	24(45.3)	7(13.3)	5(9.4)	6(11.3)	7(13.3)	2(3.7)	
	D. B.	68(100)	4(5.9)	31(45.6)	14(20.6)	6(8.8)	4(5.9)	4(5.9)	5(7.3)	
	D. B. (10)	75(100)	13(17.3)	18(24.0)	13(17.3)	10(13.3)	7(9.4)	5(6.7)	9(12.0)	
	D. B. (25)	67(100)	19(28.4)	20(29.9)	8(11.9)	4(6.0)	7(10.4)	9(13.4)	0(—)	

D. E.—海流封筒，D. B.—海流瓶，D. B.(10)—10m層抵抗板付海流瓶，D. B.(25)—25m層抵抗板付海流瓶

これは，海流瓶が海流封筒に較べ海上で発見拾得される機会が多いこと（笠原，1957b）に加え，抵抗板付海流瓶の場合投入および漂流の時期が日本海北区におけるイワシ流刺網の漁期に当たっていること，富山湾内に定置網が敷設されていたために，漂流中に流刺網および定置網に羅網し，第3表に示したように投入地点附近から入道埼間の沿岸にかけての海上で多数が拾得されたことに主因がある。

このことが，抵抗板の有無によって漂着に地域差があるようにみうけられ，また拾得率の差の原因ともなっているように思われる。

地域別拾得状況および拾得率の検討の際はこの点を充分に考慮する必要がある。

2) 漂流状況

第 3 表 海上において拾い上げられたものの種類別，海域別および漂流期間別拾得数

種 類	海 域 区 分								漂 流 期 間 区 分			
	石川 富山県	新潟県	山形県 入道埼	入道埼 電飛埼	北海道西 岸～オホ ーツク 海岸	津 軽 海峡内	太平洋 沿岸		1ヶ月 (1～ 30日)	2ヶ月 (31～ 60日)	3ヶ月 (61～ 90日)	4ヶ月 (91日 ～)
D. E.	0	0	1	1	1	0	0		0	1	1	1
D. B.	0	4	2	0	0	1	0		4	2	1	0
D. B. (10)	9	13	6	2	3	2	1		19	9	8	0
D. B. (25)	18	19	5	1	1	5	0		26	14	4	5

D. E.—海流封筒，D. B.—海流瓶，D. B.(10)—10m層抵抗板付海流瓶，D. B.(25)—25m層抵抗板付海流瓶

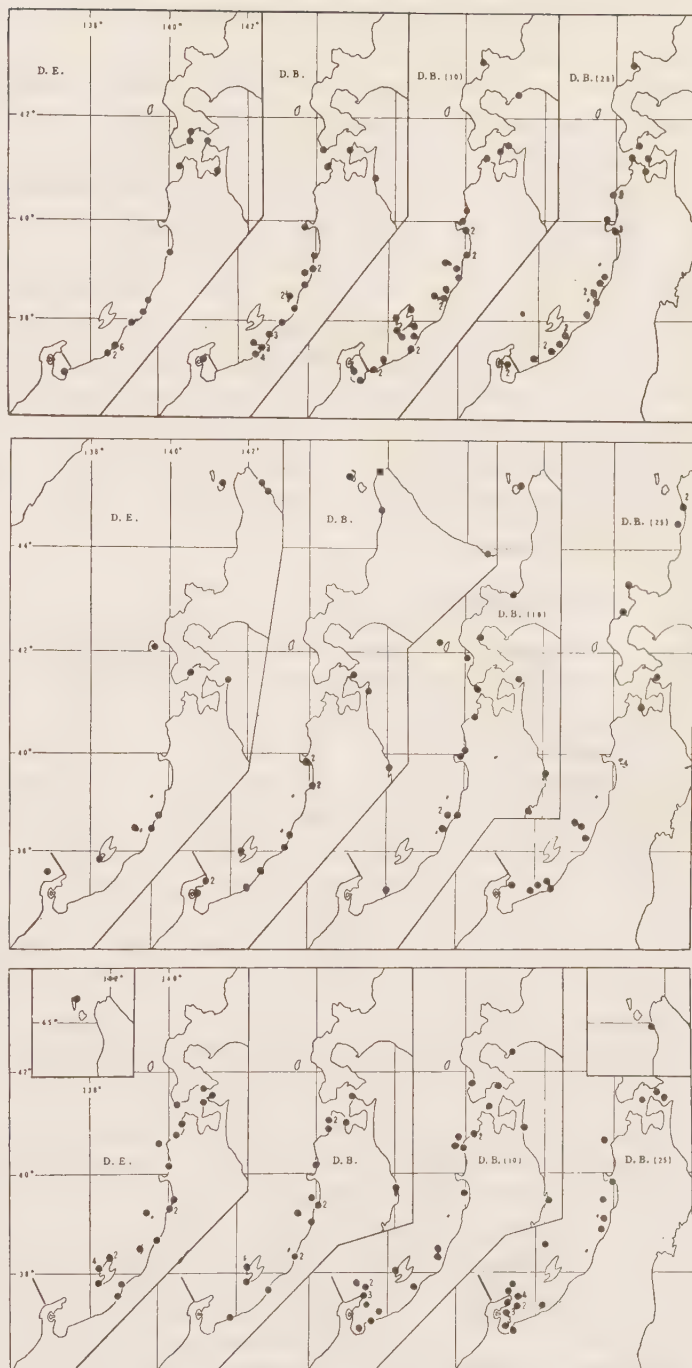
漂流状況を検討するにさき
だち、抵抗板付のものが拾得
時まで投入当初の完全な状態
であつたか否かを明らかにし
ておかなければならない。

報告はがきの必要事項記入
欄に拾得時における抵抗板有
無に關しての項を設けなかつ
た。しかし、拾得時に抵抗板
が附着していたことをとくに
記入した報告が多数あつた。
その最終のものは、5月19日
富山湾内で投入し7月17日北
海道奥尻島附近の海上で拾得
されている。この漂流経過期
間は69日である。また、海上
において拾得されたものにつ
いての種類別、漂流期間別の
拾得状況(第3表)をみると
抵抗板付海流瓶は2カ月経過
以降においても海流瓶に較べ
てより多く拾得されている。
これらのことは懸垂紐が切断
されることなく抵抗板が正常
であつたことを示すとみてよ
い。

したがつて、少なくとも投
入後約3カ月までの期間にあ
つては抵抗板付海流瓶は完全
な状態で漂流したものと推定
される。

漂流状況を比較するため
に、拾得された全資料につい
て、種類別に拾得地点をプロ
ットしたものを第3図に示し
た。

まず、富山湾内で投入した
ものについてみると、10m層
抵抗板付のもので1部佐渡周
辺に漂流したことが認められ
るが、全体としては4者とも
同一の漂流傾向を示し、佐渡
海峡内を北上して津軽海峡内
に流入している。抵抗板付の



第3図 海流封筒、海流瓶および10、25m層抵抗板付海流瓶の漂着状況

1. 同一地点に2本(枚)以上漂着のあつたものについては、これを数字で示した。
2. 海流封筒—D.E., 海流瓶—D.B., 10m層抵抗板付海流瓶—D.B.(10), 25m層抵抗板付海流瓶—D.B.(25)

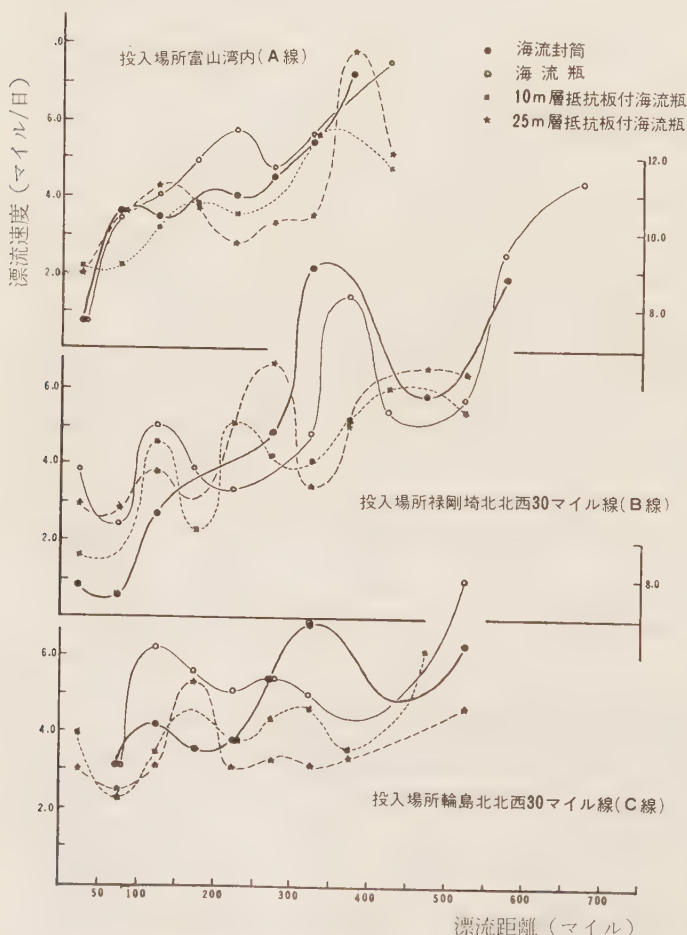
もので、北海道西岸に漂流したものもあるがこれはわずかに各々1本で、しかも漂着の場所は神威岬以南である。

碌岡崎北北西30マイル線において投入したものについてみると、4者の傾向は同一で、投入地点が沿岸寄りのものは佐渡海峡内を漂流し、沖合寄りのものは佐渡北西沖を北上漂流している。入道崎附近に達した後においては津軽海峡と北海道日本海側に約半数づつ漂流している。

輪島北北西30マイル線において投入したものについてみると、海流封筒、海流瓶では主として佐渡北西沖および佐渡海峡を北上漂流している。これに較べて10、25m層抵抗板付のものでは、沿岸寄りのものは富山湾内への漂流が顕著で、さらに佐渡海峡内を北上漂流している。また、沖合寄りのものは海流封筒、海流瓶と同様に佐渡北西沖を漂流している。北上漂流したものは、4者とも津軽海峡内に流入しており、北海道日本海側に漂流したものは海流封筒および25m層抵抗板付のものに各々1本あるにすぎない。

いま、海流封筒、海流瓶および10、25m層抵抗板付海流瓶について、その漂流状況を比較してきたが、4者の間にはめだつた相違がなく、投入の場所によつてはそれぞれ特徴ある漂流状態を示していたといえよう。

第4図は漂流経路を直線と仮定し、投入日から拾得日までを漂流日数として全拾得資料について漂流速度を求め、さらに漂流距離50マイル間隔ごとの平均速度を求めてこれをプロットしたものである。



第4図 海流封筒、海流瓶および10、25m層抵抗板付海流瓶の漂流距離と平均漂流速度との関係

これによると、投入の場所によつて両者の関係の型が異つてはいるが、全体としては漂流距離が大きくなるにしたがつて、漂流速度が大きくなり、海流封筒、海流瓶および10、25m層抵抗板付海流瓶の4者とも同様である。

なお、A、B線における漂流距離と平均漂流速度との関係は比較的似た型を示しているが、C線の両者の関係は多少A、B線と異つている。これは地域における流動の複雑性を示すもので注目を要しよう。

IV. 考 察

海流瓶、海流封筒の漂流にあつて、風の影響を無視できないことは従来から指摘されている。菱田・安岡(1956)は冬期若狭湾附近における海流瓶投入の結果、瓶の漂流と風との関係について計算結果と実際の現象とがよく一致していることを報告している。宮田・長沼(1959)は砂入り海流瓶の受ける風の影響は風速の約3%、海流封筒(風の影響は卓越風による吹送流のみとする)約1.5%という

概算値を得、さらに海面に対する風の角度および漂流期間中の風向の変化を考慮に入れると、この値はさらに小さくなり卓越風の弱い暖候期では風による影響はきわめて小さいとの考えを明らかにしている。

今回用いた抵抗板付海流瓶の表層流および風による影響について検討してみる。

海流瓶（ビール空瓶）の風圧および水圧を受ける表面積は 75cm^2 であり（菱田・安岡, 1956）、いっぽう抵抗板の水圧を受ける面積は約 855cm^2 であるから、その比は $1:11$ となる。実際には漂流中の瓶の海面に突出している部分は $3\sim5\text{cm}$ であるので、抵抗板の受ける水圧と瓶の受ける風圧および表層流によつて受ける水圧のそれぞれの比はさらに大きくなる。したがって、抵抗板の受ける水圧に較べて海流瓶の風圧および表層流によつて受ける水圧の影響はきわめて小さいとみてよく、またロープの受ける水圧は考慮に入れる必要はない。

すると、本試験に用いた抵抗板付の海流瓶の漂流はそれぞれのおかれた水層の流動を示すものとみて差支えないであろう。また、漂流期間は 5 月～9 月上旬までで、日本海側沿岸においては南西風の卓越期ではあるが、風力は弱い時期に当っているから、さらに風によつて受ける影響は小さい。

今回の実験結果から海流封筒、海流瓶および 10、25m 層抵抗板付海流瓶の拾得率、それらの地域別拾得状況および漂流速度においては若干の相違はあるが、大略的には一致するとしてよい。また、海流封筒、海流瓶と抵抗板付海流瓶の漂流状況において認められる 1 部の差は後者がイワシ流刺網および富山湾内に敷設されている定置網に羅網したことに主因があると考えられるので、その点を考慮すればさらにそれぞれの漂流状況は一致すると考えられる。

したがって、海流封筒、海流瓶の漂流によつて示される表層の流動と抵抗板付海流瓶の漂流によつて示される中層 10～25m 層附近の流動とは類似していたとみてよいであろう。

能登近海におけるマイワシ卵・稚仔の垂直分布については前述したように、表層から中層までもひろく分布するが、卵は 30m 以浅に多く、また、稚仔は 20～30m 層に多く分布しているから、卵・稚仔の漂流は 30m 以浅の流動に支配されることになる。

1 カ年の実験結果だけという欠点はあるが、今回の海流瓶などの漂着からみた各層の流動は大略的には一致しているから、海流封筒、海流瓶などの投入調査によつて主産卵域である能登近海のマイワシ卵・稚仔の移行を推定しても大きな誤りはないものと考えられる。また、少なくとも春期の日本海産卵域における卵・稚仔の移行も海流封筒の漂着状況から一応類推することが可能と考えられる。

つぎに、マイワシの産卵期が冬季に当っている九州北西岸ならびに山陰沿岸における表層流と卵・稚仔の浮游層の流動との関係についてふれておく。

宇田 (1958) によると既往の調査による東支那海区の流動と水系は季節風による表層の吹送流が皮流をなし夏季（南西季節風）と冬季（北西—北東季節風）で著しく変化する。この流動は力学的海流計算で与えられる地衝流のそれとは大差があり、むしろ G. E. K. の海流瓶による調査結果が実態に近いと考えられるので卓越風による浮游卵（底魚のそれを含む）、稚仔の輸送散布を調べるに当つてとくに考慮を払うべきであると指摘している。辻田・近藤 (1958) も卓越風による吹送流を強調し同様な考えを述べている。

してみれば、季節風の直吹する冬季の表層流さらに中層流は暖流勢力の減衰期だけに吹送流の影響が相当の深さまでおよぼすことを意味するであろう。このような考えにたてばマイワシ産卵期が冬季にあたる九州北西海域および日本海西南海域の中層の流動も海流封筒の漂着状況から推測される可能性はある。換言すれば、海流封筒の漂着状況からマイワシ卵・稚仔の移行を類推することができると思われる。しかし、この問題については今後さらに検討してみたい。

V. 要 約

能登近海におけるマイワシの産卵期に海流封筒、海流瓶および 10、25m 層抵抗板付海流瓶の漂流比較実験を試みた。

その結果拾得率、地域別漂着、漂流状況および漂流速度について 4 者の間には差が少なく、その傾向は類似していることが判明した。

これらのことから、海流封筒、海流瓶の投入によつて示される表層の流動と抵抗板付海流瓶によつて示さ

れる10~25m層附近の流動とは大略的には一致しているとの考えに達した。

したがって、能登近海におけるマイワシ卵・稚仔の移行については海流封筒の投入調査によつて推定しても大きな誤りはないものと考えられ、これからさらに春季の産卵期における卵・稚仔の日本海における移行も海流封筒の漂着状況から一応類推することが可能と思われる。

文 献

- 菱田 耕造・安岡 武男 (1951). 漂流瓶による岩狭湾冬季の海流. 海洋時報 (舞鶴海洋気象台), (18): 11pp.
- 伊 東 祐方・笠 原 昭 吾 (1958). 海流封筒の漂流状着からみた日本近海におけるマイワシ卵・稚仔の移行-I. 1957年の結果について. 日水研年報, (4): 65-76.
- 笠 原 昭 吾 (1957a). 1955年春季日本海北部海域における表層流について, とくにマイワシ卵・稚仔の移流との関係. 日水研年報, (3): 137-154.
- (1957b). 表層流調査に用いられる海流瓶と海流封筒の効果比較について. 日水研年報, (3): 155-166.
- (1958). 1956年春季能登近海の表層流とマイワシ卵・稚仔の移行についての考察. 日水研年報, (4): 77-85.
- 木村喜之助・他 4 名 (1958). 津軽海峡周辺のサンマについて. 東北水研研報, (7): 239-295.
- 宮 田 和 夫・長 沼 光 亮 (1959). 日本海における1955~1958年間の海流瓶調査結果について. (序報) 日水研年報, (5): 133-147.
- 西 村 三 郎 (1957). 浮游深度によるマイワシ卵の発生速度の相違について. 日生態会誌, 7(2): 77-79.
- (1959). 海中における卵の浮游生態から考察したマイワシ脊椎骨数の変異の問題. 日水研年報, (5): 47-61.
- ・伊 東 祐 方 (1955). 能登近海における卵・稚仔の分布調査中間報告. 日本海イワシ資源調査概要, (9).
- 辻 田 時 美・近 藤 正 人 (1958). 東支那海のサバの生態と漁場の海洋学的研究(I). 西水研研報, (14): 7-47.
- 宇 田 道 隆 (1958). 対馬暖流開発調査報告書, 第1輯 (海況漁況編). 水産庁.

日水研年報, (6): 39-51, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6): 39-51, 1960.

日本海におけるカタクチイワシの春仔および 秋仔系統群とそれらの混入状況について

渡 辺 和 春

Spring and Autumn Offsprings of the Anchovy in the Japan Sea with a Discussion on Their Intermingling

BY

KAZUHARU WATANABE

Abstract

The anchovies caught in the Japan Sea are typically divided into two populations according to their season of development, namely, spring and autumn offsprings. In the present paper, it is tried to separate and calculate the intermingling of these two seasonal populations, making use of the characteristics of frequency distribution of mean vertebral count and following the method presented by WIDRIG & TAFT (1957), for the fish samples, classified by body lengths and by sampling year, collected from various localities along the Japan Sea coasts.

1. The characteristics of the frequency distribution of mean vertebral count is shown to be 45.447 ± 0.183 for the spring offspring and 45.215 ± 0.121 for the autumn offspring.

2. So far as the fish larger than 60 mm in standard length is concerned, the mean percentage ratio of intermingling of the spring offspring during the period from 1952 to 1959 is calculated to be 63.7 % for the region west of Wakasa Bay, 54.7 % for the region from Toyama Bay to Yamagata Prefecture, and 37.1 % for the Mutsu Bay — Tsugaru Straits region, thus indicating a kind of geographical cline.

3. Change in the intermingling ratio by growth stages is recognized and shown in Table 3, with a short discussion being made on the recruitment pattern of the fish caught at respective localities, taking into account the regional difference in this ratio found for all of the four body length classes studied.

4. An apparent year-to-year variation is found in the intermingling ratio of the two offsprings (Table 5).

I. は し が き

日本海水域を通じてカタクチイワシの産卵は大体周年にわたるが、とくに4～10月の期間に多く、6月が最盛期にあることは、対馬暖流開発調査によつて、すでに下村・深滝(1957)によつて明かにされている。

日本海における各地のカタクチイワシの漁獲の中心を占めるものは、大羽と中羽であるが、このように漁獲の中心をなす漁獲物の系統を各地について調査し、資源の由来と分布を明らかにしようとするものである。

この報文の御校閲を願った日水研所長内橋潔博士、同資源部長加藤技官、いろいろと批判や助力といただいた山中、伊東、西村の各技官、資料の計測や取纏めに格別の労を煩わした片桐久子技官に深謝の言葉をおくるものである。

I. 材 料

材料は沿岸資源調査の一環として調査された 1952-1959 年の標本をあつかつた。若狭湾、陸奥湾、津軽海峡の標本は京都、青森両府県水試および北海道水研でそれぞれ計測し、その他の地域はすべて日本海区水研へ標本が送付され、当研究所で脊椎骨数を算定した。

各海域の調査地および漁具は次の通りである。

若狭湾以西海域……山口県沿岸各地（縫切網・抄網・チャンコ網）、浦郷（地曳網）、香住（抄網）、宮津（定置網・揚繰巾着網）。

富山湾—山形県沿岸……宇出津（定置網）、永見・新湊・堀岡・滑川（定置網・地曳網）、新潟（揚繰巾着網）、藤塚（地曳網）、加茂（定置網）、酒田（揚繰巾着網）。

陸奥湾—津軽海峡……船岡・油川・蟹田・野田・川内（定置網）、十三村（地曳網）、上磯・七重浜（定置網）。

若狭湾以西海域は主に宮津で、富山湾—山形県沿岸の標本の大部分は富山湾内の各地で水揚げされたものである。

II. 方 法

日本海の場合、平均体長 35mm 以下のシラスの標本について、1 地点で周年採集された資料はわずかであるので、発生後の経過日数が大凡 3 カ月以内と思われる平均体長 59mm 以下のものを幼魚として扱い、日本海および津軽海峡の各地で集められたものを一括して、それぞれ平均脊椎骨数（1 回の標本の大きさは 15 尾以上のもの）の年変化を示したものが第 1 図である。

図にみられるように、5～8 月に平均脊椎骨数が極大値を示し、9 月ごろから急激に減少し、10～12 月に極少値を示すという顕著な季節的変化がみられる。この極大値を示す 6～8 月の群の平均脊椎骨数の分布から求めた値を示すものを A 群の特性値とし、極少値を示す 10～12 月の群のそれを B 群の特性値とすると（第

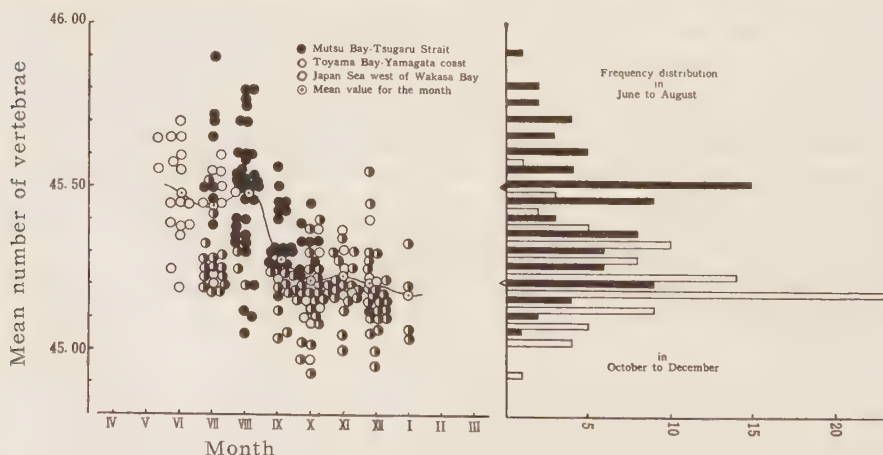


Fig. 1. Seasonal variation in the mean vertebral count of Anchovy fry samples collected in the Japan Sea (1952-1959).

Table 1. Frequency distribution of mean vertebral number of spring and autumn offsprings ("Harugo" and "Akigo") of the Japan Sea and the East Kyushu Anchovy.

X	Offspring Sea area	Spring		Autumn	
		Japan Sea	East Kyushu [†]	Japan sea	East Kyushu [†]
.95		—	—	—	—
.90		1	—	—	—
.85		—	—	—	—
.80		2	1	—	—
45.75		2	—	—	—
.70		4	—	—	—
.65		3	2	—	—
.60		5	4	—	—
.55		4	6	1	—
45.50		15	10	—	—
.45		9	4	3	—
.40		3	9	2	1
.35		8	7	5	—
.30		6	2	10	4
45.25		6	8	8	10
.20		9	4	14	14
.15		4	1	24	18
.10		2	—	10	12
.05		1	—	5	12
45.00		—	—	4	13
.95		—	—	2	10
.90		—	—	1	7
.85		—	—	—	5
.80		—	—	—	7
.75		—	—	—	2
44.70		—	—	—	2
N		84	68	89	117
$\bar{X}$		45.447	45.392	45.215	45.059
S ²		0.0335	0.0218	0.0146	0.0228
S		0.183	0.148	0.121	0.151
S ² /N		0.000399	0.000320	0.000164	0.000195
C.I. (0.05)		45.407–45.487	45.356–45.428	45.189–45.241	45.031–45.087
Estimated incubation temp. (°C) by C.I. ^{††}		15–17°C	16–18°C	19–20°C	22–23°C

$\bar{X}$: Mean value of vertebral number

S: Standrd deviation

† The data for the East Kyushu were cited by ASAMI (1959).

†† Calculations were made from the equation: $y = 46.46 - 0.063t$ (YOKOTA & FURUKAWA 1952).

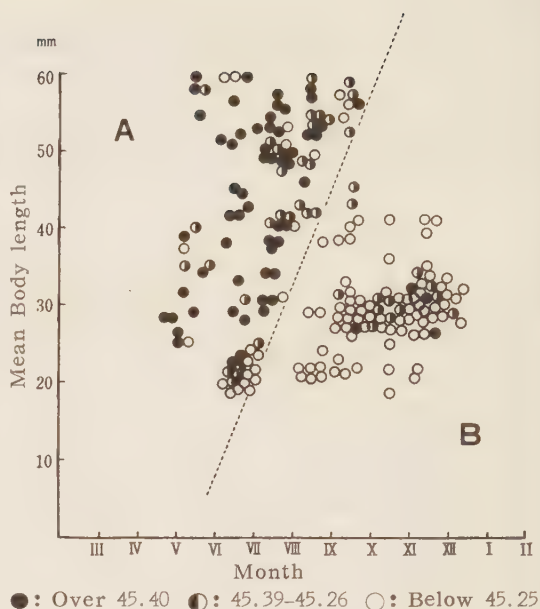
1 表), A 群は 45.447 ± 0.183 , B 群のそれは 45.215 ± 0.121 である。

ただ、ここに問題になるのは、供試した標本の平均体長の変異の巾は相当あるが、地域的にみるとその巾は狭い。すなわち、富山湾—新潟沿岸の群は 20~30mm 前後のシラスで、若狭湾以西海域および陸奥湾—津軽海峡の大部分の標本は 35mm 以上のものである。第 2 図に示す各標本群の平均体長の季節的な推移から推定して、6~8 月の標本群は大体 3~6 に発生した春仔で、10 月以降の群は秋仔と思われる。

日本海のカタクチワシの産卵の季節的分布・産卵量および環境条件については、すでに下村・深滝 (1957) が詳細に考察している。いまその資料の一部を図示するとともに (第 3 図)。1954 年における月別カタクチワシの卵・稚仔採集量の資料から、今回筆者の求めた発生時期別系統群の特性値との関連について若干検討してみることにする。

横田・古川 (1952) はカタクチワシの発生時水温と平均脊椎骨数との関係は、 $Y = 46.46 -$

$0.063 t (Y; \text{標本平均脊椎骨数}, t; \text{水温})$ で表わされるとした。この関係式から一応日本海の A 群および B 群の特性値の信頼限界 (0.05%) を求め、その発生時水温を想定すれば、A 群では大体 $15 \sim 17^\circ\text{C}$ で、B 群で



●: Over 45.40 ◐: 45.39-45.26 ○: Below 45.25
Fig. 2. Seasonal change of the mean body length (≤ 59) in each group, stratified by the mean values of vertebrae number.

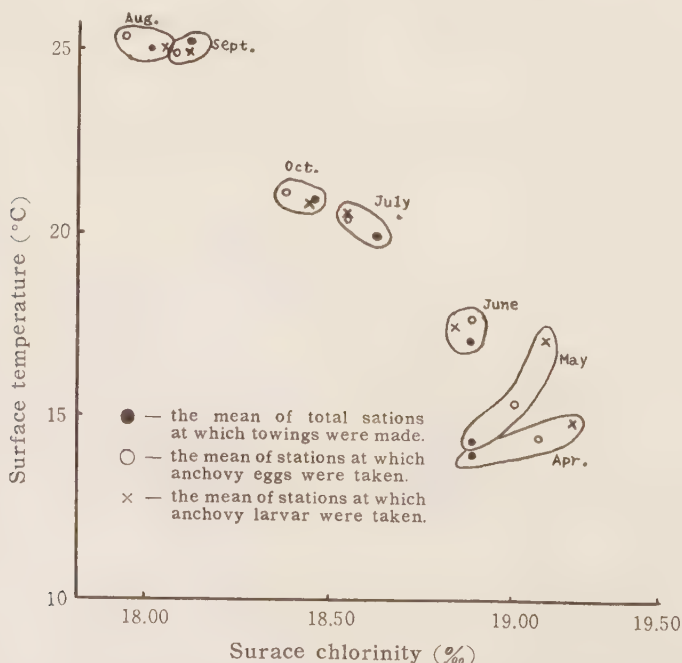


Fig. 3. Climograph showing the occurrence of eggs and larvae of anchovy (SHIMOMURA & FUKATAKI: 1957).

は19~20℃となり、前者は4~6月、後者は7月および10月の産卵水温に大体相当する。また、4~6月、7月および10月はカタクチイワシ卵の月別採集点当り18.5粒以上を示し、日本海で産卵が盛んに行われる時期である。

日本海のカタクチイワシの産卵の特性から劇然と春仔および秋仔系統群に区分できるとはいえないが、一応にここでは4~6月に産卵時水温18℃以下の低温域で発生したと思われるA群を春仔系統群とし、7月および10月に産卵の山がなられ、しかも産卵時水温19℃以上の高温域で発生したと推定されるB群を秋仔系統群と仮定した。

春仔及び秋仔系統群の混入率を推定する方法としては、シラス、小羽時代は体長組成から成長速度を逆算して推定できるが、日本海の中、大羽の場合かなり広範囲の水域から種々の系統群が混合する機会が多く、また、それぞれ成長速度の異なる群が混合する可能性がある。それで WIDRIG and TAFT の方法によって漁獲物の特性値をつかつて混入率を推定したい。

WIDRIG and TAFT の方法は、A群（春仔群）およびB群（秋仔群）の形質がそれぞれ m_A , σ^2_A , m_B , σ^2_B で示され、このA群とB群が混合してC群が形成したと仮定し、また、C群の形質が m_C , σ^2_C で示される場合、C群におけるA群からの混入率分 $\hat{P}$ は

$$\hat{P} = \frac{m_C - m_B}{m_A - m_B} = \frac{Y}{X}$$

で示され、また、 $d=0.05$ としたときの $\hat{P}$ の区間推定値は

$$\hat{P} \left[\frac{I \pm t_n, d \sqrt{CX^2 + CY^2 - t_n, d \cdot CX^2 \cdot CY^2}}{I - t_n^2 d \cdot CX^2} \right]$$

となる。ただし

$$CY^2 = \frac{\sigma^2_C/n + \sigma^2_B/n}{(m_C - m_B)^2}, \quad CX^2 = \frac{\sigma^2_A/n + \sigma^2_B/n}{(m_A - m_B)^2}$$

IV. 結 果

春仔および秋仔系統群の地域別・標本体長別の混入率

1952~1959年にわたる日本海の沿岸各地で漁獲されたカタクチイワシの平均脊椎骨数を年次別、標本体長別に整理したものを第2、4表および付表に示した。年次別のものは平均体長60mm以上のものである。

まず、体長階級別のカタクチイワシの平均脊椎骨数の特性値を用い、前記の方法によって春仔系統群（A群）と混入率および区間推定値を求めると第3表になる。

すでにのべたように、日本海のカタクチイワシの産卵は春から初夏に盛期がみられることから劇然と春仔・秋仔両系統群に区分されるものではない。したがって、カタクチ中、大羽の発生源を一応春仔・秋仔両系

Table 2. Mean value of vertebral number of the Japan Sea Anchovy by size groups and localities.

Localities Size group \ X (mm)	Wakasa Bay		Toyama Bay		Mutsu Bay -Tsugaru Straits	
	N	$\bar{X}$	N	$\bar{X}$	N	$\bar{X}$
≤ 59	42	45.384	96	45.210	69	45.442
60 — 79	47	45.365	7	45.289	68	45.301
80 — 99	35	45.342	19	45.351	58	45.289
100 — 119	39	45.346	34	45.356	44	45.298
≥ 120	53	45.387	30	45.332	54	45.321
Sum (≥60mm)	174	45.363	90	45.342	224	45.301

N: Number of samples

$\bar{X}$: Mean value of vertebral number

Table 3. The percentage intermingling ratio of the spring offspring ("Harugo") by localities and size groups.

Size group	Localities P	Wakasa Bay			Toyama Bay			Mutsu Bay -Tsugaru Straits		
		P_u	$\hat{P}$	P_l	P_u	$\hat{P}$	P_l	P_u	$\hat{P}$	P_l
≤ 59 (mm)		106.7	72.8	44.9	-	0	-	105.4	82.3	66.1
60 - 79		90.6	64.7	38.1	54.3	31.9	12.1	59.9	37.1	17.4
80 - 99		92.3	54.7	21.7	96.0	58.6	26.1	54.7	31.9	10.2
100 - 119		87.2	56.5	30.5	88.0	60.7	38.5	58.0	35.8	16.6
≥ 120		100.8	74.1	53.6	75.7	50.4	29.3	68.3	45.7	26.9
Sum (≥ 60 mm)		84.2	63.7	48.6	91.5	54.7	36.7	54.6	37.1	22.7

P: Percentage of Spring offspring

P_u : Upper 95% limit

$\hat{P}$: Point estimate

P_l : Lower 95% limit

統群と仮定してそれらの混入率をみることは、春仔および秋仔の混入状況を見るという最初の目標と、その年および地域的にあるいは体長級別にカタクチ中、大羽の漁獲物の平均的な発生時期が4~6月かまたは7月および10月にどれほど偏っているかという2つの観点から考察を進めることになる。

したがって、春仔の混合率が高ければ当然4~6月に近い時期に発生時期の中心があるわけである。

まず、若狭湾以西海域の春仔・秋仔両系統群の混入率をみると(第3表)、各体長級とも他海域に比較して春仔群の混入率は高く(54~74%)、とくに120mm以上の大型群および59mm以下の幼魚群では著しく、ついで、小型群の順であるが、それに比較して体長級80~119mmの中型群はやや低率を示し、秋仔群の混入率の増加傾向がみられる。

つぎに、富山湾~山形県沿岸では体長級80mm以上の中、大型群は春仔群の混入率は高いが、それとは逆に体長級79mm以下の小型群およびシラスは秋仔群の混入率は高く、とくにシラス群の混入率は100%を示している。

陸奥湾~津軽海峡では59mm以下の幼魚群で春仔群の混入率は著しく高いが、60mm以上の小、中羽カタクチになると減少し、秋仔群の混入率が増加する。そして120mm以上の大型群では再び春仔系統群の混入率はやや増加傾向を示している。

Table 4. Mean value of vertebral number of the Japan Sea Anchovy (average body length ≥ 60 mm) by years.

Year	Sea Area $\bar{X}$	Japan Sea coast west of Wakasa Bay		Japan Sea coast north of Toyama Bay	
		N	$\bar{X}$	N	$\bar{X}$
1952		-	-	11	45.343
1953		13	45.202	17	45.287
1954		28	45.468	48	45.278
1955		13	45.383	100	45.341
1956		22	45.390	48	45.273
1957		53	45.335	13	45.298
1958		30	45.333	31	45.356
1959		15	45.385	46	45.308
Sum		174	45.363	314	45.313

N: Number of samples

$\bar{X}$: Mean value of vertebral number

Table 5. The percentage intermingling ratio of the spring offspring (“Harugo”) by years (average body length ≥ 60 mm).

Year	Sea Area	Japan Sea coast west of Wakasa Bay			Japan Sea coast north of Toyama Bay		
		P_u	$\hat{P}$	P_l	P_u	$\hat{P}$	P_l
1952		—	—	—	93.3	55.2	21.6
1953		—	0	—	70.4	31.0	—5.6
1954		145.6	109.1	81.6	53.3	27.2	3.4
1955		112.8	72.4	36.5	77.2	54.3	35.9
1956		114.4	75.4	42.6	43.7	25.0	8.4
1957		79.5	51.7	28.2	69.2	35.8	5.3
1958		78.1	50.9	28.0	89.0	60.8	37.8
1959		110.6	73.3	42.1	63.1	40.1	20.5
Sum		84.2	63.7	48.6	59.9	42.2	28.1

P: Percentage of Spring offspring

P_u : Upper 95% limit

$\hat{P}$: Point estimate

P_l : Lower 95% limit

このように、各海域とも春仔系統群の混合率は、その海域内でも成長段階によつて変動がみられ、また、海域間でも各体長級とも地域的な差を示し、とくに小、中羽 (119mm 以下) ほどその傾向は著しい。

以上のことは若い小、中羽カタクチワシほど各発生時期による群の混合する機会が少く、どちらか一方の発生系統群に偏っているのに反し、成魚(産卵親魚)になるとかなり各発生時期のものが混合するため、各地域とも発生初期時代と異なつた混入状態を示すものと考えられる。このことは各地域における洄游・補給の問題に興味深い問題を提起している。これについてあとで若干考察したい。

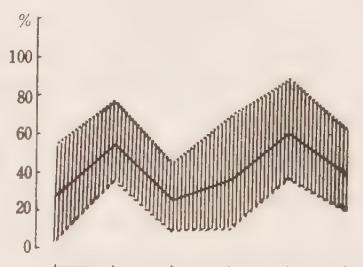
つぎに、主として漁業の対照となつている体長級60mm以上の全標本群を総括して、春仔系統群の混入率をみると、若狭湾以西海域では63.7%でもつとも高く、ついで富山湾～山形県沿岸 (54.7%) の順で、陸奥湾～津軽海峡は37.1%でもつとも低率である。

したがつて、日本海の春仔系統群の混入率は南方水域ほど高く、北方水域ほど低いという地理的傾斜を示すものかもしれない。

混入率の年変動

現在までのところ、資料は僅少であり、地域により年によつて標本は系統的に採集されていない。したがつて、ここでは一応若狭湾以西日本海と富山湾以北津軽海峡を含む日本海の2つに大別し、主として漁業の対照となつている体長級 60mm 以上の中、大羽を総括し、その混入率の年変動をみることにする(第5表、

The Japan Sea coast north of Toyama Bay



The Japan Sea coast west of Wakasa Bay

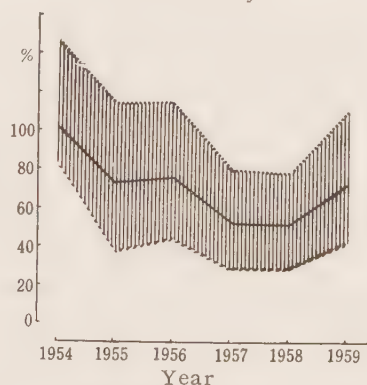


Fig. 4. Year-to-year fluctuation in the percentage and its confidence interval of intermingling ratio of the spring offspring in the Japan Sea anchovy population (average body length ≥ 60 mm).

..... Upper 95% limit
 — Point estimate
 ----- Lower 95% limit

第4図).

まず、若狭湾以西日本海の春仔群の混入率をみると、1953年は0%，1954年100%で極めて変動がある。これは標本の偏りはもちろんのこと、調査開始当時であり、若干脊椎骨数の計測にも問題があるように思われる。したがって、1955年以降の標本について検討すると、1955、1956、1959年は高率(72~75%)を示し、1957、1958年はやや低率を示す(50~51%)。富山湾以西日本海でも1953年以前の資料は僅少なので、1954年以降のものの検討すると、各年とも若狭湾以西に比べて低率を示している。中でもやや高率を示しているのは1955、1958年である。

V. 考 察

前節の成長段階による発生時期別系統群の混入率から時期的な混入状況や地理的、時期的産卵分布量および日本海の海洋構造等から、大凡の各地における春仔・秋仔の加入状況およびその移動傾向について若干考察することによる。

まず、若狭湾以西海域で春仔群の混入率の高い体長級 79mm 以下の小型群は、その年の春若狭湾以西の南方水域の比較的低温域で発生したものである。そして、成長を続けながら6~8月この近海で抄網、チャンコ網、地曳網、縫切網等の重要な漁獲の対照となつている。その後80~119mmの中羽カタクチ時代は一時減少し、それとは逆に前年の夏以降高温域で発生したと思われる秋仔系統群の混入が増加する。したがって、春仔群は中羽カタクチ時代に沿岸漁場から逸散する様相を呈し、その翌年若狭湾を中心にこの近海へ産卵親魚として来游するため、極めて大型群の混入率が増大を示すものと思われる。

秋仔系統群の増加傾向を示す中羽カタクチは大体1~6月に多へ出現する。したがって、越冬期から沿岸漁場に多く加入されるとみなければならない。しかし、その後の動きはあまり明瞭でない。

つぎに、富山湾から山形県沿岸では体長級 79mm 以下のシラスおよび小型群は秋仔群の混入率は高く、体長級 80mm 以上の中羽カタクチから春仔群の混入率が増加する。このように、明らかに成長段階によつて春仔・秋仔系統群の混入状況の相違を示している。すなわち、前者は晩春から秋にかけて中部日本海の高温域で発生したものが多く加入され、この近海で秋の地曳網や定置網の漁獲の対照となつているように思われる。また、後者はその年の早春南方水域の低温域で発生したものが対馬暖流の流動によつて沖合に拡散され、沖合の渦流域に滞留し成育を続けたもの、および発生初期時代北方水域まで移送されたものが秋期水温下降期に集団的に南下するものと思われる。そして、富山湾で10月から翌年3月、中羽カタクチイワシとなつて加入されるため、この体長級から春仔群の混入率が増加傾向を示すものと思われる。120mm 以上の大羽カタクチは1~6月に出現するものが多く、この体長級の混入状況からみて、50%前後発生後満1年を経過した夏以降の高温域で発生した群も湾内へ加入されているとみなければならない。

陸奥湾—津軽海峡では体長級 59mm 以下の幼魚群の春仔群の混入率は極めて高率であるのと対照的に、体長級 60~119mm の小、中羽カタクチの秋仔系統群の混入率は高く、明らかに魚群の交代を物語っている。このことは、その年の春、日本海中部から北部海域の低温域で発生した大部分のものは暖流強流帯にのつて津軽海峡や陸奥湾に移送されるために、この海域で幼魚群の春仔系統群の混入率が著しく高率を示すものと推定される。一方、春から年末に出現する小、中羽カタクチは、その年日本海北部で晩春以降の高温域の産卵に由来するもの、および中部日本海あたりで前年の夏以降の高温域で発生したものが、翌年この海域へ追加されたとみなければならない。また、この海域で120mm 以上を示す大羽カタクチの春仔系統群の混入率がやや増加するが、このことは、前年の春仔で佐渡海峡や富山湾近海で越冬したものが翌年の初夏に陸奥湾や津軽海峡へ多く来游するためであろう。

つぎに、総括して漁業の対照となつている体長級 60mm 以上の全標本の春仔系統群の混入率は南方水域ほど高く、北方水域ほど低い。

この事実は日本海各地の産卵期の相違や発生初期時代の補給が対馬暖流の季節的な流動に支配されることおよび成長に伴う洄游の相違に基因するためであろう。

カタクチイワシの生殖腺の季節的な変化やプランクトンネット採集量による卵・稚仔量の周年変化から若

狭湾以西日本海の産卵盛期は大体4～6月、富山湾は5～6月に、陸奥湾は6～7月である。前記したように、各体長級とも地域的にかなり補給状況が異なるが、一般には南方水域ほど春季発生群の加入される可能性が多く、初夏から秋の高温域で発生したもののほどより北方水域に添加されることが予測される。また、各地の成長段階による春仔および秋仔系統群の混入率から、巨視的に若狭湾以西海域と富山湾以北海域では、魚群の洄游や補給状況が相違するのではないかという材料を提供している。これについては別な資料等からも総合的に今後検討する必要がある。

つぎに、体長級 60mm 以上の中、大羽カタクチを総括し、春仔および秋仔系統群の混入率は、若狭湾以西日本海および富山湾以北日本海両海域とも一応見掛上の年変動が認められる。しかし、これが真の年変動を示すものであるかどうか今後充分検討せねばならない問題である。

ただ、両海域とも春仔系統群の混入率が多かつた1955年は、若狭湾（京都府、福井県）および富山湾以北海域（日本海北区、青森県、北海道渡島）ともこの年のカタクチワシの漁獲量は増加し好漁であつた。この結果からただちに、春仔系統群の混入率の増加が、その年のカタクチワシの豊漁を決定するかどうかの漁況予測の推定は現在の資料からはまだできない。

今後計画的に資料を蒐集することによつて、漁況乃至資源の添加量の予測が可能となるう。

日本海と太平洋南区の発生時期別系統群の特性値の相違

浅見（1959）は、1950～1958年にわたる宮崎県土佐呂の船曳網によつて漁獲したカタクチワシのシラス（3.5cm 以下）の標本の平均脊椎骨数の年変化から、平均脊椎骨数の極大値を示す3、4月の群を春仔とし、極小値を示す9、10月の群を秋仔としてそれぞれ特性値を求めている。いまその値を太平洋南区を代表しているものとして第1表に併記した。

これと今回の日本海の特性値を対比すると、春仔および秋仔群とも日本海区のものは太平洋南区よりも一般に高く、秋仔群ではその差が大きい。これは明らかに両海域で特性値が相違することを示す。

横田・古川（1952）の関係式から試みに両海区の特性値について発生時水温を推定すると、春仔では約1℃、秋仔群では約3℃前後の差があり、日本海の春仔・秋仔両系統群ともいずれも太平洋南区よりわずかながら低温域で発生したことになる。このことは、日向灘、豊後水道海域と日本海沿岸における産卵時水温に相違がみられることから明らかである（山中・伊東、1957）。したがつて、両海域の発生時期別系統群の特性値の差は発生時水温の差によるものと考えらる。

Ⅵ. 摘 要

日本海におけるカタクチワシについて発生時期別に春仔系統群（A群）と秋仔系統群（B群）とに類別化し、各地域の体長級別、年次別の標本群について、両系統群の混入状況を検討した。系統群の指標として平均脊椎骨数の頻度分布の特性値を用い、混入率の推定は T.M. WIDRIG and BRUCE A. TAFT の方法によつた。

1. 春仔系統群の平均脊椎骨数は 45.447 ± 0.183 、秋仔系統群は 45.215 ± 0.121 で示される。
2. 1952～1959にわたつて、体長級 60mm 以上を総括した地域別の春仔系統群の混入率は、若狭湾以西日本海は63.7%でもつとも高く、ついで富山湾～山形県沿岸（54.7%）の順で、陸奥湾～津軽海峡は37.1%でもつとも低い。したがつて、両系統群の混入率は地理的傾斜が認められるようである。
3. 成長段階による春仔系統群の混入率は、その海域内でも変動がみられ、また、海域間でも各体長級とも地理的な差を示し、とくに小、中羽カタクチ（体長級 119mm）ほどその傾向が著しい。このことから各地域における加入状況について若干考察した。
4. 体長級 60mm 以上の中、大羽カタクチの春仔系統群の経年的な混入率は、若狭湾以西日本海では、1955、'56、'59年は高率を示し（72～75%）、1957、'58は低く（50～51%）、また、富山湾以北および津軽海峡を含む日本海では1955、'58年はやや高率を示し（54～61%）、1954、'56、'57、'59年は低く（25～40%）、両海域とも見掛上の年変動を示す。

文 献

- 相川 広 秋 (1954). カタクチイワシの資源生物学的研究. 九大水産学教室 (謄写).
- 浅見 忠彦・松岡 松子 (1957). 「いわし」類の脊椎骨数の変異について一特に種族又は発生環境を検討し得る可能性について. 南海区水研報告, (5).
- (1959). カタクチイワシの春仔及び秋仔系統群の混入状況について. 南海区水研報告, (11).
- HAYASHI, S. AND H. SUZUKI (1957). Growth of the Japanese Anchovy-III. Vertebral counts of the Postlarva. *Tokai Reg. Fish. Res. Lab., Bull.*, (15).
- 北海道区水研 (1955~1956). 昭和29, 30年北海道区鰯資源調査資料 (謄写).
- (1954). 北海道区資源調査要報.
- SHIMOMURA T. AND H. FUKATAKI (1957). On the year round occurrence and ecology of eggs and larvae of the principal fishes in the Japan Sea-I. Chapter 1. "Kata-kuchiiwachi" (Anchovy). *Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab., Bull.*, (6).
- T.M. WIDRIG AND BRUCE A. TAFT (1957). Measurement of population movement by observation of meristic or morphometric characters., *Special Scientific Report... Fisheries*, No. 208.
- 田 村 修 (1955). 本邦産カタクチイワシの研究 1. 種族的研究 (1). 長崎大学研究報告, (3).
- (1958). 本邦産カタクチイワシの研究 1. 種族的研究 (3). 日水誌, 23(2).
- 渡辺 和春 (1955). カタクチイワシの脊椎骨数の変異と若年魚の月成長について. 日水研年報, (2).
- (1958 a). 日本海におけるカタクチイワシの成長について. 日水研年報, (4).
- (1958 b). 日本海におけるカタクチイワシ脊椎骨数の変異について. 日水研年報, (4).
- 横田 滝雄・古川 一郎 (1952). 日向灘に於けるイワシ類の資源生物学的研究, 第Ⅲ報 カタクチイワシの脊椎骨数の変異と成長について. 日水誌, 17(8), (9).
- 山中 一郎・伊東 祐方 (1957). 昭和29年鰯資源協同研究経過報告. 日本海区水研.

Appendix

Frequency distribution of mean vertebral number of Anchovy by size groups and years.
(a) Size group and Sea Area.

Mean body length	≤ 59 (mm)			60 — 79			80 — 99			100 — 119			≥ 120			Total (≥ 60mm)		
X	Sea area	Waka- sa Bay	Toy- ma Bay	Waka- sa Bay	Toy- ma Bay	Mutsu Bay	Waka- sa Bay	Toy- ma Bay	Mutsu Bay	Waka- sa Bay	Toy- ma Bay	Mutsu Bay	Waka- sa Bay	Toy- ma Bay	Mutsu Bay	Waka- sa Bay	Toy- ma Bay	Mutsu Bay
.90		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
.85		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
.80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45.75		-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
.70		1	-	2	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	2	1	1
.65		3	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	3	-	1
.60		2	-	2	2	1	2	-	1	2	-	-	-	1	1	6	3	3
.55		3	1	3	2	4	1	1	1	2	-	1	3	-	2	8	2	8
54.50		3	1	12	4	2	6	1	1	3	4	1	6	-	-	19	5	4
.45		6	2	6	4	4	-	1	1	2	2	1	7	4	4	13	7	13
.40		1	2	5	7	4	1	1	4	4	5	5	8	3	7	20	9	23
.35		6	2	5	4	8	1	4	7	5	4	7	3	3	5	13	12	28
.30		2	9	13	3	10	6	5	8	4	5	9	15	7	7	28	18	31
45.25		2	11	4	6	5	7	2	5	2	5	5	6	6	12	21	14	28
.20		5	21	3	4	9	4	-	6	6	3	6	1	4	7	15	9	26
.15		4	25	2	1	9	1	-	4	2	-	3	2	1	2	6	1	18
.10		2	8	3	2	6	4	1	4	4	4	4	-	-	4	10	5	21
.05		1	7	1	3	3	1	2	7	2	-	1	1	-	1	6	3	10
45.00		-	5	-	1	1	-	-	5	-	-	1	1	1	1	2	1	6
.95		1	1	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1
.90		-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44.85		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Mean body length	≤ 59 (mm)			60 — 79			80 — 99			100 — 119			≥ 120			Total (≥ 60 mm)		
	Waka-sa Bay	Toya-ma Bay	Mutsu Bay	Waka-sa Bay	Toya-ma Bay	Mutsu Bay	Waka-sa Bay	Toya-ma Bay	Mutsu Bay	Waka-sa Bay	Toya-ma Bay	Mutsu Bay	Waka-sa Bay	Toya-ma Bay	Mutsu Bay	Waka-sa Bay	Toya-ma Bay	Mutsu Bay
Sea area																		
X																		
N	42	96	69	47	7	68	35	19	58	39	34	44	53	30	54	174	90	224
X	45.384	45.210	45.442	45.365	45.289	45.301	45.342	45.351	45.289	45.346	45.356	45.298	45.387	45.332	45.321	45.363	45.342	45.301
S ²	0.0339	0.0128	0.0335	0.0331	0.0210	0.0246	0.0259	0.0243	0.0249	0.0282	0.0182	0.0139	0.0141	0.0123	0.0184	0.0252	0.0182	0.0225
S	0.184	0.113	0.183	0.182	0.145	0.157	0.161	0.156	0.158	0.168	0.135	0.118	0.119	0.111	0.136	0.159	0.135	0.150
S/N ²	0.008907	0.000130	0.000486	0.000704	0.000309	0.000362	0.000740	0.001279	0.000429	0.000741	0.000535	0.000316	0.000266	0.000410	0.000341	0.000145	0.000222	0.000101

$\bar{X}$: Mean value of vertebral number S: Standard deviation

(b) Year (average body length $\geq 60\text{mm}$).

Sea Area		Japan Sea coast west of Wakasa Bay							Japan sea coast north of Toyama Bay								
Year		1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	total
$\bar{X}$																	
.85		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
.80		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45.75		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
.70		-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2
.65		-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1
.60		-	2	-	1	3	-	-	1	1	2	1	-	-	1	1	6
.55		-	3	2	-	1	1	1	-	2	3	2	-	-	2	1	10
45.50		1	4	3	3	5	2	1	1	-	1	5	-	1	1	-	9
.45		-	3	-	2	3	4	1	-	-	3	6	-	1	4	6	20
.40		-	5	1	6	2	3	3	-	1	2	19	5	-	3	2	32
.35		1	4	-	3	5	-	-	2	-	4	14	8	2	3	7	40
.30		1	4	2	-	9	9	3	3	-	7	14	9	3	5	5	49
45.25		1	-	2	2	8	5	3	2	2	3	12	9	1	6	7	42
.20		2	1	2	3	3	2	2	1	2	4	7	7	3	3	8	35
.15		1	-	1	1	2	1	-	-	1	6	3	2	-	2	5	19
.10		3	-	-	-	6	1	-	1	3	7	7	3	1	1	3	26
.05		1	-	-	-	3	2	-	-	2	4	4	2	1	-	-	13
45.00		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	-	-	1	7
.95		-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
.90		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44.85		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
N		13	28	13	22	53	30	15	11	17	48	100	48	13	31	46	314
X		45.202	45.468	45.383	45.390	45.335	45.333	45.385	45.302	45.287	45.278	45.341	45.273	45.298	45.356	45.308	45.313
S ²		0.0196	0.0146	0.0171	0.0272	0.0299	0.0158	0.0166	0.0225	0.0289	0.0295	0.0234	0.0110	0.0148	0.0154	0.0159	0.0216
S		0.140	0.121	0.131	0.165	0.173	0.126	0.129	0.150	0.170	0.172	0.153	0.105	0.122	0.124	0.126	0.147
S ² /N		0.0015080	0.005210	0.0013150	0.0012360	0.005650	0.005270	0.011060	0.0020450	0.0017000	0.0061400	0.0002340	0.0002290	0.011380	0.0004970	0.0003460	0.000369

日水研年報, (6) : 53-56, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6) : 53-56, 1960.

Poecilostoma 族橈脚類による海産浮遊性稚魚傷害の 可能性について (予報)

西 村 三 郎

A Preliminary Note on the Possibility of Predation or Damage Inflicted upon Pelagic Fish Larvae by Poecilostomatid Copepods

BY

SABURO NISHIMURA

Abstract

During the examination of plankton materials hauled on the nursery ground of sardine off Noto Peninsula in the Japan Sea, not infrequently has it been observed that two normally free-swimming copepods of the suborder Cyclopoida Poecilostoma, *i. e.*, *Corycaeus anglicus* LUBBOCK and *Oncaea venusta* PHILIPPI, have attached themselves, by firmly grasping with their well-developed, claw-like second maxillipeds, to the pelagic larvae of such fishes as sardine, anchovy, round herring and pearlsides, with their mouthparts being kept in close contact or proximity to the body surface of the fish larvae. Although it is yet undetermined whether the copepods may really feed on or damage these fish larvae, it is apparent that the attachment may exert undesirable influence upon the vitality of the victims, if it ever occurs on living larvae under natural situation.

近年積極的に進められてきたイワシ資源調査の結果、イワシ類の発生初期における自然死亡率は非常に高いことが明らかにされ (中井・ほか, 1955), その死亡の要因および機構を解析することが今後資源調査を前進させるうえに重要なひとつの階程であると認識されるにいたつた (山中・伊東, 1957). このたび、筆者はこのようなマイワシ・その他の海産浮遊性稚魚の自然死亡に対してなんらかの関連を有すると予想される一知見を得たので、ここに予報として報告する。

すなわち、筆者は能登半島近海におけるマイワシ産卵調査の際採集されたプランクトン資料を検鏡中、Cyclopoida 亜目、Poecilostoma 族に属する2種の橈脚類: *Corycaeus anglicus* LUBBOCK (= *C. affinis* McMURRICH = *C. japonicus* MORI) および *Oncaea venusta* PHILIPPI がマイワシ、ウルメイワシ、カタクタイワシ、キユウリエソなどの浮遊性稚魚に付着して、その結果 (?), 体が折れまがつたり、傷ついたりしている標本が稀ならず見出されることに注意をひかれた。そして、この付着は、橈脚類の鉤状に顕著に

発達した第2顎脚（および第2触角）をもちいて稚魚を強固にはあくすることによつてなされていることも確かめられた。図1に示したように、*Corycaeus* では第2触角と第2顎脚とはともによく発達しており、キチ

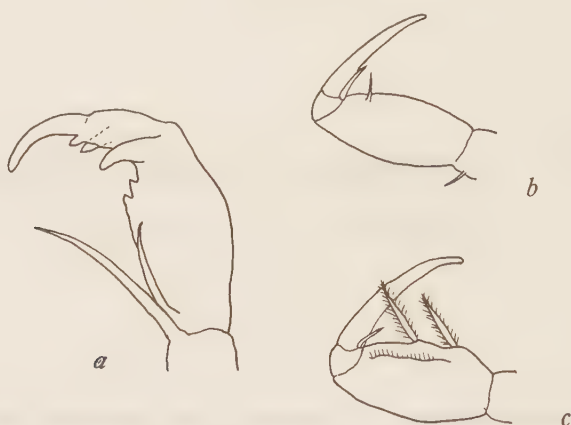


図 1. *Corycaeus anglicus* LUBBOCK ♀ の第2触角(a), 第2顎脚(b)および *Oncaea venusta* PHILIPPI ♀ の第2顎脚(c).

ン化も著しく強固な構造となつている。前者(図1a)は2節よりなる基節(basipodite)が強大で、内葉(endopodite)の末端は鉤状のふとい刺毛(seta)を有する。後者(図1b)もよく発達し、末端は長い鉤状となつている。はあくに際しては主としてこの第2顎脚がもちいられるのである。*Oncaea* (図1c)では、第2顎脚がはあくのために適応しており、末端は強大な鉤状で、基節第2節の内側に2本のふとい刺毛を備えている。

はじめのうちは、これは単に偶然的な付着にしかすぎないのだろうと考えていたが、その後もひきつらきひんぱんに出現するので、しまいにはこれを単に偶然的なものともみなしてよいかどうか疑問を抱くにいたつた。とくに、*Corycaeus anglicus* の場合で、プクンクトン資料中にはるも多数みられるのに、付着している個体は♀が圧倒的に多いという事実も、これを偶然的な付着としたのでは理解しがたい点であつた。これらの橈脚類によつて稚魚がはあくされやすいのは、ひとつには稚魚は繊細・脆弱で海中にあつては運動が不活発、採集されてからは間もなく死亡して動かなくなること、もうひとつには稚魚の体が柔軟であることが原因ではないかとも考えられた。

付着の数例を図2—9に示した。これからわかるように、付着の位置は一定していないが、頭部あるいは胸部の前半と尾部とに多い傾向があるようである。また、付着は1頭ずつの場合がもちろん多いが、時に1尾の稚魚に2頭あるいはそれ以上の橈脚類がついていることもある(図4)。

これが、はたして、これらの橈脚類が稚魚を食害、あるいは少くとも傷害することを示しているのかどうかについては、肯定するにたるだけの資料をもちあわせていない。これらの橈脚類、とくに *Corycaeus anglicus* が稚魚に付着している状態を観察すると、多くの場合、その口器が稚魚の体表に接触しているが、しかし、稚魚の体内にまでくいこんでいる標本は、筆者がこれまでに観察した100例以上に及ぶ付着標本のうちで、わずかに次の1例が発見されただけである。それは、1956年5月29日、能登半島近海で採集されたウルメイソシの全長6.0mmの前期稚魚で、*C. anglicus* の♀が稚魚の卵黄のうの前端から喉部にかけてその前体部(prosome: GOODING, 1957)の前半をもぐりこませており、第2顎脚は強固に稚魚の咽頭部をはあくしていた(図5)。稚魚の卵黄のう前半部の腹面はえぐりとられたように凹んでいた。*Corycaeus* の胃は頸管に膨大し、内部には稚魚の卵黄と同様な色彩・透明度・屈折率をもった物質が充満しているのが認められた。また、*C. anglicus* の付着している稚魚で、その付着部位付近が損傷している標本が時々見出されるが(図4, 6)、これがはたして橈脚類の食害によるものか、それとも、採集後の種々の人為的操作に

よつて付着橈脚類が稚魚からもぎとられそうになつて受けた損傷であるのか、そのいずれとも決定しがたい。^{*} さらに、付着は、採集の際、プランクトンがネットあるいは管瓶内に濃縮されたときに起つたのであるかもしれない。じつさいに、筆者は、これらの橈脚類を管瓶内に生かしておくとき、他の物体に付着する行動を示すのを観察したことがあるが、もし、これが採集という人為的擾乱によつて、その行動に異常をきたし、その結果起つた現象であるという証拠がないかぎり、自然の海中においてもまた同様なことが起りうることを示すものと考えられる。

いずれにせよ、この付着は海中の自然状態の下で起つたものか、あるいはネットまたは管瓶中に濃縮されたときに起つたものか、さらに、もし、海中で起つたとしても、それが単なる付着にしかすぎないのか、あるいはまた、じつさいに食害・傷害を示しているのであるか^{**}—これらのいろいろな問題点の解明は今後の研究にまたなければならぬ。これらの橈脚類、とくに *Corycaeus anglicus* は、能登半島近海においては、マイワシの産卵・成育場にきわめて普通に分布する種類であるから、もし、これがじつさいにマイワシ・その他の浮遊性稚魚の自然死亡になんらかの形で関与しているものならば、それがどの程度のものであるかを明らかにすることは、これら魚類の資源問題を論ずる場合にはあるかせにできない課題にあつて、捕食者あるいは肉食雑食性といわれる *Euchaetidae*, *Pontellidae*, *Candaciidae*,^{***} *Harpacticidae* などの橈脚類 (BRODSKY, 1950; GARSTANG, 1900; LEBOUR, 1922, 1923, 1925; LOWNDES, 1935; WICKSTEAD, 1959) とともに、その生態—とくに、食性、摂餌法、水平および垂直分布、分布密度などについて詳細に調査を進める必要があらう。

文 献

- BAER, J. G. (1951). *Ecology of animal parasites*. Univ. Illinois Press, Urbana, x+224pp.
- BRODSKY, K. A. (1950). *Veslonogie rachki Calanoida dalinevostochnui morei SSSR i poliarnovo basseina*. Akad. Nauk SSSR, Leningrad, 442pp. (In Russian).
- GARSTANG, W. (1900). Preliminary experiments on the rearing of sea-fish larvae. *J. mar. biol. Ass. U. K. (N. S.)*, **6**: 70-93.
- GOODING, R. U. (1957). On some Copepoda from Plymouth, mainly associated with invertebrates, including three new species. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **36**: 195-221.
- LEBOUR, M. V. (1922). The food of plankton organisms. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **12**: 644-677.
- (1923). The food of plankton organisms II. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **13**: 70-92.
- (1925). Young anglers in captivity and some of their enemies. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **13**: 721-734.
- LOWNDES, A. G. (1935). The swimming and feeding of certain Calanoid copepods. *Proc. zool. Soc. Lond.*, **1935**: 637-715.
- 中井甚二郎・ほか (1955). 昭和24~26年鰯資源協同研究経過報告・東海区水研, 東京, 84pp.
- WICKSTEAD, J. (1969). A predatory copepod. *J. Anim. Ecol.*, **28**: 69-72.
- 山中一郎・伊東祐方 (1957). 昭和29年鰯資源協同研究経過報告・日本海区水研, 新潟, 4+177pp.

* しかし、可視的な外傷がみられなくても、稚魚はこれらの橈脚類から傷害を受けている可能性は考えられる。すなわち、体表に穿孔して体液を吸収するとか、あるいは、体表の分泌する粘液を吸引するというような寄生型の傷害も想像しうる。これはとくに、これらの橈脚類の所属している *Poecilostoma* 族には寄生あるいは半寄生生活をおくる多くの種あるいは属が含まれていることを考慮すると注目し値しよう。この点については、これらの橈脚類の口器の構造を調べることによつて、ある程度の判定は可能であると思われる (BAER, 1951)。

** 単なる付着でも、強大な第2顎脚 (および第2触角) によつてはさまれて損傷を受けることにより、あるいは、その付着によつて行動の自由が抑えられて、摂餌効率などに影響を受けることによつて、稚魚が間接的に生活力の低下をきたすであらうことは想像される。また、食害にしても、*Harpacticidae* のあるものについていわれてゐるように (GARSTANG, 1900)、主として、ほかの原因ですでに死亡してしまつたか、あるいは死亡間近にある稚魚に対しておこなわれるという可能性も除外することはできない。

*** 能登半島近海のマイワシ成育場にはこの科に属する1種: *Candacia bipinnata* GIESBRECHT も相当普通に出現する。

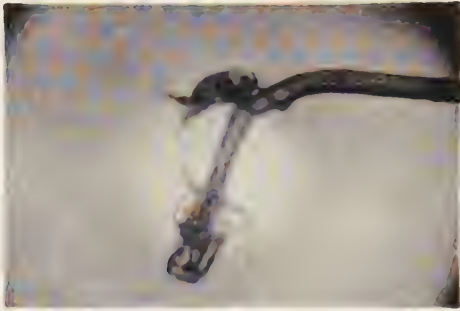


図 2



図 3

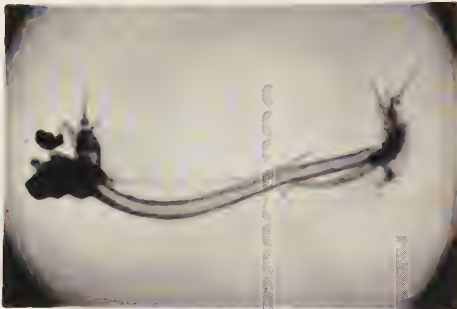


図 4



図 5



図 6



図 7



図 8



図 9

図 版 説 明

- 図 2, 3, 4 *Corycaeus anglicus* LUBBOCK に付着されたマイワシ稚魚 (図 3 は図 4 の部分拡大したもの).
 図 5 *Corycaeus anglicus* LUBBOCK に付着されたウルメイワシ稚魚 (稚魚の頭部は正方向を向いていると推定される標本).
 図 6, 7, 8 *Corycaeus anglicus* LUBBOCK に付着されたキヨウリイサナ稚魚.
 図 9 *Onca venusta* PHILIPPI に付着されたキユウリエソ稚魚.



Fig. 1. The oar-fish landed at the Niigata Fish Market.

Photograph by the Niigata Nihpo Sha

A Record of *Regalecus russellii* (SHAW) from the Sado Straits in the Japan Sea

BY

SABURO NISHIMURA

ABOUT midday on February 24, 1960, a moderate-sized specimen of the oar-fish, presumably identified as *Regalecus russellii* (SHAW), was caught by a small motor trawler in the Sado Straits, Japan Sea (the exact locality of sampling position and water depth thereat are unknown), and landed at the Niigata Fish Market at Yanagishima, Niigata, early in the following morning. The fish retailers, being unaware, as the fishermen were, what this gigantic *Trichiurus*-like fish with silvery flank and long filamentous, crimson-colored crest and with a pair of prolonged whip-like pelvic fins should be and whether it was edible or not, all hesitated to purchase so that this remarkable specimen fell into the hands of Mr. HARUSABURO SATO of the Uo-Shun Fish Retail Shop, Niigata, at an extraordinary cheap price*.

Informed of the landing of the specimen by Mr. KEIICHI ITO of the Niigata Nippo Sha, Niigata, who had took a photograph of the fish at the market, I hastened to Mr. SATO's shop in hopes of making measurements and closer examinations on the specimen. Fortunately enough, the fish had not yet been completely mutilated, although part of the tail and some fins were missing, and Mr. SATO quite generously submitted this precious specimen to my disposal. Herein I wish to place the results of measurements and observations on the present specimen along with a few photographs and to supplement to some extent the elaborate description recently given by Dr. TAMEZO MORI (1956) on this rare fish.

The specimen examined is deposited at the Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory, Niigata.

I wish to return herewith my gratitude to Mr. H. SATO for his kindness extended to me in obtaining the present specimen, and my heartfelt thanks are also due to Mr. K. ITO of the Niigata Nippo Sha and Mr. HATSUTARO SHIMAMURA of the Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory for supplying me with photographs. The following gentlemen have rendered various kind helps to me during course of study: Mr. YOSHIHARU HONMA of the Faculty of Science, Niigata University, Mr. SHUMPEI KOJIMA of the Shimane Prefectural Fisheries Experimental Station, and Messrs. GENDI KATOH, SUKE-KATA ITO, AKIRA OUCHI and SHOGO KASAHARA of the Japan Sea Regional

* Mr. SATO told me that he has paid a hundred yen (=28 cents) for the fish, but *The Niigata Nippo* (February 25, 1960; evening edition) informed that the price was three hundred yen (=83 cents). I failed to ascertain which was true.

Fisheries Research Laboratory. To all gentlemen, my gratitude is sincerely acknowledged.

Regalecus russellii (SHAW)

Nom. Jap. "Ryugu-no-tsukai"

Gymnetrus russellii.—SHAW, 1803: Zool. IV, Part II, P. 195, Pl. 28 (Sea off Vizagapatam, India). CUVIER & VALENCIENNES, 1835: Hist. Nat. Poiss., X, PP. 377-379 (Br. 4; D. 5/320; A. 0; C. 4; P. 11; V. 1).

Regalecus russellii.—GÜNTHER, 1861: Cat. Fish., Vol. III, P. 311 (D. 4-5/320; P. 11; V. 1; C. distinct). DAY, 1878: Fish. India, P. 376, Pl. LXXIX, Fig. 2 (Br. 5; D. 4-5/320; P. 11; V. 1). DAY, 1889: Fauna Brit. India, Fishes, Vol. II, P. 374, Fig. 124 (Br. 5; D. 4-5/320; P. 11; V. 1; C. 4). JORDAN, 1907: Fishes, P. 684 (Santa Catalina, S. California). UI, 1929: Kishu-Gyofu (Cat. Fish. Prov. Kishu), P. 278. KAMOHARA, 1950: Shinkai no Gyo-zoku (Fishes of the Deep Sea), PP. 150-151. MATSUBARA, 1955: Gyorui no Keitai to Kensaku (Fish; Morphology and Hierarchy), Part I, PP. 463-464, Fig. 193. MORI, 1956: Hyogo Univ. Agr., Sci. Rept., 2(2), Ser. Nat. Sci., PP. 33-36, Figs. 1-7 (One from off Hamada, S. Japan Sea; Total length 124 cm; D. 6/349; P. 13; V. 1; C. 4; Another from off Hamada; Total length 205 cm; D. 6/365; P. 13; V. 1. Off Iwami, S. Japan Sea; Total length 204 cm; D. 6/345; P. 13; V. 1. West of Oki Is., S. Japan Sea; Total length 144+x cm (hinder part of body missing); D. 6/157+x; P. 13).

Regalecus russelli (misspelling).—EBINA, 1934: Rakusui-Kaishi, 29 (6), PP. 530-532, Fig. 2 (Yosa-Naikai, Tango, Japan; Body length 1.4 m; D. 6/73(?); V. 1). KAMOHARA, 1950: Tosa oyobi Kishu no Gyorui (Fishes of Prov. Tosa and Kishu), PP. 282-283, Fig. 216.

Regalecus rurrellii (misspelling).—KURODA, 1947: Seibutu, Suppl. (1), PP. 25-31, Fig. 3 (Suruga Bay, Japan; Total length 1100 mm; D. 6/136; P. 12; V. 1; A. 0).

Trachipterus sp.—NAKAMURA, 1925: Niigata-Ken Tensan Shi (Enumeration of Natural Resources in Niigata Prefecture), P. 401, 1 fig. (Hassaki Coast, Niigata Prefecture; Total length 285 cm).

(Without nomination).—RUSSELL, 1803: Description and Figures of Fishes of Coromandel, I, Pl. 40. HAMANA, 1932: Rakusui-Kaishi, 27(5), PP. 48-49, 2 figs. (Kagoshima Bay, Japan; Body length 540 cm; D. 6/252; P. 6; V. 1).

MEASUREMENTS (in mm): Total length 3225+x (part of tail and caudal fin are missing); Greatest depth of body (a little before base of pectoral fin) 234; Greatest width of body (at base of pectoral fin) 52; Least depth of caudal peduncle 4; Least width of caudal peduncle 2; Length of head 249; Length of snout 78; Length of postocular space 133; Greatest width of head (at center of preopercular bone) 54; Depth of head at anterior margin of eye 177; Depth of head at posterior margin of preopercle 205; Depth of body at anterior end of pectoral fin base 226; Depth of body at vent-opening 179; Width of body at vent-opening 33; Diameter of eye 40; Diameter of pupil 14; Supraorbital depth 64; Suborbital depth 84; Width of interorbital space 53; Length of longest filamentous (first) dorsal fin ray 755+x (distal portion is missing); Length of second dorsal fin ray 62 (above pectoral fin base), 78 (above vent-opening), 67 (at 1300 mm



Fig. 2. Side view of the oar-fish. Part of the tail as well as portions of the first dorsal fin rays and the pelvic fin ray are lacking. Length of the scale bar underneath is 160 cm.

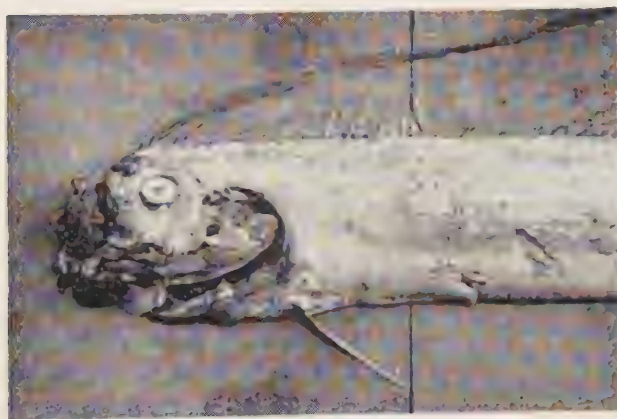


Fig. 3. Lateral aspect of the head and the anterior region of trunk. Opercular bones on the left side are seriously damaged, but those on the right side are complete.



Fig. 4. Membraneous dilation at the extremity of the pelvic fin ray.



Fig. 5. Transverse section of the tail at 1305 mm from the posteriormost end of the caudal peduncle. Note the longitudinal intermuscular septa which separate lateral muscle cones from one another.

from posterior end of caudal peduncle), 4 (at 100 mm from the same) and less than unity (at posteriormost ray); Length of pectoral fin base 33; Height of pectoral fin (at highest anteriormost ray) 84; Length of pelvic fin — (intermediate portion is lacking); Length of cutaneous dilation at extremity of pelvic fin $37+x$ (distal tip is somewhat frayed out); Greatest width of the same 30; Thickness of the same 1.2 (at base) to 0.2 (at distal portion); Length of maxillary 45; Height of the same 82; Distance between tip of upper jaw (tuj) and anterior end of filamentous (first) dorsal fin base 103; Distance between tuj and anterior end of second dorsal fin base 149; Distance between tuj and anterior end of pectoral fin base 248; Distance between tuj and anterior end of pelvic fin base 284; Length of space between tuj and vent-opening 1110; Distance between posterior margin of subopercle (pms) and anterior end of filamentous (first) dorsal fin base 222; Distance between pms and anterior end of second dorsal fin base 195; Distance between pms and anterior end of pectoral fin base 35; Distance between pms and anterior end of pelvic fin base 82; Longest gill-lamella on first gill arch 37; Longest gill-raker 29; Longest pseudobranchia 24.

DESCRIPTION: Female. Body is extremely elongate and strongly compressed; greatest body depth at a little before pectoral fin, and the hind part of body is gradually tapering towards the posteriormost tip of caudal peduncle. Head is oblong, snout short and truncated, cleft of mouth almost vertical, jaws much protractile. The lower lip is slightly protruded than the upper, which is rather thin and rolled backward. Both lips soft and gelatinous. The front, which is likewise soft and gelatinous, is laterally very thin, sharply descended from the anterior end of first dorsal fin base, and with a fairly deep, V-shaped groove in the median line. Eye is lateral and large, round in outline, slightly concave in outer surface, situated in the anterior and upper half of head. Maxillary and opercular bones are well developed, coarsely ossified and marked by radiating lines. No tooth on vomer and jaws. Gill-opening is very wide. Branchiostegal rays 6 on each side, the anteriormost ray being but weakly developed. Branchiostegal membranes, free from isthmus, are connected with each other below chin. Gill-rakers are well developed on the outside of first arch, $15+44=59$ in number including nubs on left side; they are studded with numerous, rather coarse spinules. Gills are 4, with excellently developed lamellae, the fifth arch being somewhat degenerated and destitute of gill-lamellae. Pseudobranchiae fairly well developed. Superior pharyngeal bones numerously studded with minute pointed teeth. Dorsal fin, with its extremely long base, fringes the entire dorsal edge from just behind the frontal region of head backward near to the end of caudal peduncle, but is distinct from caudal fin. The number of dorsal fin rays $6/322+x$ (part of tail is missing). The anteriormost six rays, separated from the remainder of the fin by a deep notch, are greatly prolonged and connected with one another by membrane, at least, in their basal portion. The second dorsal fin, with its origin over the posterior margin of eye, is highest in the neighborhood of a vertical from vent, and gradually decreases its height backward to the last fin ray. These fin rays are flexible and neither articulated nor branched. The moderate-sized pectoral fin is inserted nearer to ventral margin than to lateral line, or at the lower two-sevenths in body depth, with base almost horizontal, and points sharply posterosuperiorly. Number of pectoral fin rays 12 on each side. Pelvic fin, originating just below pectoral fin base, is reduced to a long filament terminating

in an extremity of lobately dilated cutaneous membrane (Fig. 4). The proximal portion of filament is bony and very stout. Anal fin is absent. Caudal fin is lost in the present specimen, possibly worn out during life. Lateral line, smooth and without spines, extends from immediately behind the upper margin of eye, and, gradually descending towards the lower profile of body (placed at the lower two-fifths in the middle part of body and at the lower fourth in the hind part of tail), reaches the posteriormost end of caudal peduncle. The surface of skin (dermis) of body and the nuchal and suborbital regions of head are numerously studded with small, flat-topped, bony tubercles of irregular sizes. On the side of body, these tubercles are arranged into one to five bands: first appearing in a band and immediately branching into three in the nuchal and occipital regions, in four bands in the pectoral region, and in five bands in the rest of trunk and in the greater part of tail except for its hinder portion, where number of bands gradually decreases from five to three, and eventually to one, the last one band is longest and most conspicuous of the five and runs just along the vertebral column, reaching caudal peduncle. Between and in the outsides of the tubercle bands, there extend longitudinal flattened ridges, destitute of any prominent tubercles, from head to tail. Number of ridges varies according to that of tubercle bands. These ridges on the skin correspond to the lateral musculatures of body underneath*. In the greater part of body, where six pairs of longitudinal cones of lateral musculatures, viz., *Musculus latero-dorsalis*, *M. latero-ventralis*, *M. carinatus dorsalis*, *M. carinatus ventralis*, *M. supracarinalis dorsalis*, and *M. infracarinalis ventralis*** are typically developed, four conspicuous ridges are observed on the skin just outside of the foremost four muscle cones and two less conspicuous ridges outside of the last-named two muscle cones (Fig. 5). Enveloping all these lateral muscle cones separately, are remarkably well developed perimysia externa of fibrous-tissue nature, which are indiscriminately fused in the innermost side with thick and tough periosteum of the vertebral column and in the outside with similarly thick and tough horny dermis. The above-mentioned tubercle bands are formed just where the longitudinal inter-muscular septa conjoin with dermis. Tubercles are also developed in short transverse stripes on the skin surface of dorsal fin basement and especially prominently on the ventral edge posterior to vent. Tubercles on the ventral edge, arranged in a row and regularly diminishing their size posteriorly, are neither pointed nor bent backward. At the posteriormost end of ventral edge are protruded two pairs of sharply-pointed, backward-bent spinules. They seem to be the exposed distal portions of haemal processes of the penultimate and the antepenultimate vertebra. Dorsal fin basement, which envelopes cartilaginous pterygophores, is very high, occupying the upper eighth of body depth at a vertical from pectoral fin, the upper fourth at vent and the upper half immediately before the posterior end of caudal peduncle, and strongly compressed. Tubercle stripes on the skin surface of dorsal fin basement are formed just where the cartilaginous pterygophores are in contact with dermis outside. Between pterygophores, antecedent and succeeding, are found well-developed levator and flexor muscles of dorsal fin rays. The former, by far markedly developed than the latter, arises from the side of the anterior half of base of each

* When the fish is preserved in formalin, the ridges become depressed, presumably due to dehydration of the underlying muscles.

** These muscles are pinkish white and very soft. In the hind portion of tail, lateral musculatures are but poorly developed.

dorsal fin ray, being splitted into two branches underneath, and on some occasions one or both of the branches further splitted into two subbranches, and all these branches or subbranches are attached to the tendonous septum of *Musculus supracarinalis dorsalis*. It is of special interest to note that this levator muscle is "red muscle" whilst lateral and other muscles including the levator and flexor muscles of both pectoral and pelvic fins are all "white muscle". The flexor muscle of dorsal fin ray, which is rather thin and but weakly developed as compared with the levator muscle, originates from the posterior tip of base of each dorsal fin ray and, running anteroinferiorly inside the right and left levator muscles, terminates at the tendonous septum of *M. supracarinalis dorsalis*. Flexor muscles of caudal fin rays are quite degenerated. Body cavity is rather narrow. Peritoneum is pearl white. Swimbladder is absent. The blind sac of stomach is extremely elongate and extended posteriorly far beyond anus. Intestine is rather short and simple in configuration with convolution taking place only once. Pyloric caeca well developed and numerous in number. Liver is rather small in volume. Ovaries are very elongated, extending from above the convolution of intestine to vent-opening, the right and left lobes being conjoined to form a cylinder or braid except for the anterior part. The fecundity is innumerable large, possibly of the order of tens of millions. The frequency distribution of diameter of ovarian eggs is poly-modal*. No fat-storing tissue in body cavity and under skin. Sagitta and asteriscus are both very minute, the former measuring only 1.36 mm in length.

COLOR IN FRESH: The side of body is glistening silvery with weak brownish tint, mottled with several irregular, somewhat waving, subvertical stripes and numerous blotches of darker hue**. Snout and front are dusky-black. Maxillary and opercular bones are also dusky with greenish tint. Iris is platinum-colored. The lower surface of isthmus and the bases of pectoral and pelvic fins are purplish black. The ventral edge of body, particularly behind vent-opening, is also purplish black. Dorsal fin basement is tinged with lavender (possibly due to the "red" levator muscles underneath) and prominently mottled with numerous dark-hued spots. The rays, and the anteriormost six prolonged ones in particular, of dorsal fin are scarlet, and its pinkish fin-membrane being scattered with scarlet dots. Pectoral fin is also pinky. Pelvic fin ray, at least in its proximal and distal portions (the intermediate portion is lacking), is purplish black, and the lobe at the extremity is deep-scarlet, transfused into purplish-black hue both basally and distally.

FOOD HABITS: The stomach was completely vacant and the intestine was found filled with dark-red mucus only, in which no food organism nor its remains were indentified. A small-sized shrimp-like crustacean was, however, found hung on the gill-rakers.

REMARKS: In the Japan Sea, the present species has hitherto been recorded from the following sites: Fusan, South Korea (MORI, 1952); Senzaki, Yamaguchi Prefecture (YOSHIDA & ITO, 1957); off Hagi, Yamaguchi Prefecture (TANAKA, 1934); off Hamada, Shimane Prefecture (MORI, 1956, and S. KOJIMA, personal communication; several specimens); Oki Islands (MORI, 1956); Ôtsuka coast of Province Tohoku, Tottori Prefecture (KURODA, 1947); off Ôya

* In the present specimen, five modes were discernible: the smallest 20-50 μ , the second 80-100 μ , the third 130-160 μ , the fourth 190-290 μ , the largest 350-420 μ .

** The epidermis with its guanine-deposited cells is easily removed by friction, which makes more conspicuous the dusky stripes and blotches underneath.

of Province Iwami, Tottori Prefecture (MORI, 1956); Yosa-Naikai (Miyazu Bay) of Province Tango, Kyoto Prefecture (KUMATARO ITO, cited by EBINA, 1934); Sea off Niigata Prefecture (TANAKA, 1934; KUMATARO ITO, cited by EBINA, 1934; possibly no less than two specimens); Hassaki coast, Niigata Prefecture (NAKAMURA, 1925); Nô coast, Niigata Prefecture (SUKEKATA ITO, personal communication). Most of the specimens are regrettably lacking in measurement data. Only four specimens from the southern Japan Sea are measured and described by MORI (1956) precisely enough to be compared with the specimen at my disposal. The results of comparison are given in Table 1. It may be seen that the present specimen is largest of the five and further that, although there are considerable variations among individuals as regards the relative size of various body parts, the greater the fish, the smaller the eye and the larger the interorbital width in relation to head length. According to Mr. SHUMPEI KOJIMA of the Shimane Prefectural Fisheries Experimental Station, Hamada (personal communication; dated on March 1, 1960), nearly ten specimens of the oar-fish,

Table 1. Comparison of five specimens of *Regalecus russellii* (SHAW) from the Japan Sea†.

Locality	Hamada No. 1	Hamada No. 2	Iwami	Oki Is.	Sado Str.
Total length (mm)	1240	2050	2040	1440+x	3225+x
Snout-vent length (mm)	302	510	475	760	1110
Greatest body depth: % S.-V. L.	17.2	22.2	24.9	16.3	21.1
Body depth at vent: % S.-V. L.	10.9	15.9	16.2	11.2	16.1
Head length: % S.-V. L.	24.5	24.9	27.4	20.4	22.4
Snout length: % Head L.	33.8	32.3	33.8	42.6	31.3
Eye diameter: % Head L.	23.0	22.1	19.3	18.7	16.1
Interorbital width: % Head L.	16.2	17.3	16.9	18.1	21.3

† Measurement data of the four specimens from the southern Japan Sea were quoted from MORI (1956).

including the two given in the Table as Hamada No. 1 and No. 2, have been collected along the sea coasts of Shimane Prefecture from 1948 until now (1960). Of them, the five specimens recorded of the total length measurement range between *ca.* 100 cm to *ca.* 300 cm. The specimen at my disposal, then, may be designated as the largest ever recorded from the Japan Sea.

BIBLIOGRAPHY

CUVIER, G. & A. VALENCIENNES (1828-49). *Histoire naturelle des poissons*. 22 vols., 650 pls., Paris.

- DAY, F. (1878). *The fishes of India; Being a natural history of the fishes known to inhabit the seas and fresh water of India, Burma, and Ceylon*. 2 vols., xx+778 pp., 198 pls., London.
- (1889). *The fauna of British India, including Ceylon and Burma* (W. T. BRANDFORD); *Fishes*. 2 vols., 509 pp., 177 figs., London.
- EBINA, K. (1934). Shizuoka-ken ka de toreta "sake-gashira" (King-of-the-salmon collected from Shizuoka Prefecture). *Rakusui-Kaishi*, **29** (6), pp. 530-532, 2 figs. In Japanese.
- GÜNTHER, A. (1859-70). *Catalogue of the fishes in the British Museum*. 8 vols., London.
- HAMANA, K. (1932). Shinkai-gyo no isshu (A species of deep-sea fish). *Rakusui-Kaishi*, **27** (5), pp. 48-49, 2 figs. In Japanese.
- JORDAN, D. S. (1907). *Fishes*. xvi+773 pp., col. front., 673 figs., 17 col. pls., New York.
- KAMOHARA, T. (1950). *Shinkai no gyo-zoku (Fishes of the deep sea)*. 2+3+189+9 pp., Osaka. In Japanese.
- (1950). *Tosa oyobi Kishu no gyorui (Fishes of Provinces Tosa and Kishu)*. 3+288+5+48+27 pp., 220 figs., Kochi. In Japanese.
- KURODA, N. (1947). Additions to the catalogue of the fishes of Shizuura, Suruga and the vicinity (VIII). *Seibutu*, Suppl. (1), pp. 25-31, 4 figs. In Japanese.
- MATSUBARA, K. (1955). *Gyorui no keitai to kensaku (Fish; Morphology and hierarchy)*. 3 parts, 2 front. pls., 2+3+xxix+1605 pp., 135 pls., Tokyo. In Japanese.
- MORI, T. (1956). Note on a rare fish *Regalecus ressellii* (SHAW), Regalecidae, from southern Japan Sea. *Sci. Rept. Hyogo Univ. Agr.*, **2** (2), Ser. Nat. Sci., pp. 33-36, 7 figs. In Japanese with English summary.
- NAKAMURA, M. (1925). *Niigata-ken tensan shi (Enumeration of natural resources in Niigata Prefecture)*. 11+703 pp., 3 pls., Niigata. In Japanese.
- RUSSELL (1803). *Descriptions and figures of fishes of Coromandel*. Fol., London.
- SHAW, G. (1803). *General zoology*. 8 vol., London.
- TANAKA, S. (1934). *Kigyō chingyo (Strange fishes and rare fishes)*. 43+210 pp., 8 pls., Tokyo. In Japanese.
- UI, N. (1929). *Kishu-gyofu (Catalogue of fishes of Province Kishu)*. (Revised ed.) 2+3+5+284+45 pp., 108 figs., 3 pls., Osaka. In Japanese.
- YOSHIDA, H. & T. ITO (1957). Fish fauna of the Japan Sea. *J. Shimonoseki Coll. Fish.*, **6** (2), pp. 261-270. In Japanese with English summary.

要 約

佐渡海峡で捕獲されたリュウグウノツカイの1標本

西 村 三 郎

1960年2月24日、1小型底曳漁船が佐渡海峡においてリュウグウノツカイ *Regalecus ressellii* (SHAW) を1頭捕獲した。この標本は全長3225+x mm (尾の1部および尾鰭欠損) の未成熟な♀で、次の形質を備えていた：鰓膜条数6—6；背鰭条数6/322+x (1部欠損)；胸鰭条数12—12；腹鰭条数1—1；尻鰭条数0；尾鰭条数—(欠損)；左第1鰓弓外側の鰓は数15+44。吻—肛門長(1110mm)に対する体各部分の長さは次のとおりである：頭長22.4%；最大頭高4.9%；最大体高21.1%；肛門位体高10.1%；尾柄高0.36%；最大体

巾4.7%；尾柄巾0.18%。また、頭長(249mm)に対する各部分の長さは次のとおり：吻長 31.3%；眼間距離21.3%；眼径16.1%；瞳孔径 5.6%。これまで日本海からは20例近くの本種の捕獲が知られており、その若干のものでは測定記録が欠けているが、記録が残っているものと比較すると、今回得られた標本はそのいずれよりも大型である。

日水研年報, (6): 69-85, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6): 69-85, 1960

対馬暖流水域におけるマアジ資源の 加入過程に関する考察

I. 稚仔魚の出現分布にもとづく考察

深 滝 弘

Consideration on the Recruiting Process of the Jack-mackerel Population in the Tsushima Current Region

I. Consideration from Occurrence and Distribution of Larvae

BY

HIROSHI FUKATAKI

Abstract

Eggs and larvae of fishes have been collected, by means of the horizontal towing of the fish-larva net (diameter; 1.3 or 1.5 m) on the sea surface, during the period from April, 1952 to March, 1958 in the Tsushima Current region. These materials covered 8,366 stations throughout the period. This paper deals with, using these materials, the spawning seasons and grounds of the jack-mackerel, *Trachurus japonicus* (TEMMINCK et SCHLEGEL).

In the reserved samples, identification of the egg of the jack-mackerel is too difficult to have been adopted as the routine work. Alternatively, the seasonal occurrence and regional distribution of the larva have been examined.

The spawning season of the fish have been estimated during the period from January to November around Kyushu; April to October in the Japan Sea side of the western Honshu; and June to July & September to October in the same side of the northern Honshu, respectively. The main spawning season is during 5 months period, i. e. March to July.

The center of abundance of the larvae lies around Kyushu. Abundance falls off to the north of the area. Especially, the small larvae have been collected abundantly around Kyushu, compared with the Japan Sea waters. Consequently, the main spawning ground of the jack-mackerel in the Tsushima Current region can be considered to lie in the southern parts of the region, and a part of the floating eggs or larvae to flow by the Current into the Japan Sea waters.

I. ま え が き

日本近海におけるマアジ *Trachurus japonicus* (TEMMINCK et SCHLEGEL) の生産量は近年急増している。1948年に“アジ類”漁獲量は約30,000トンにすぎなかったが、1959年には“マアジ”のみの漁獲量が約410,000トンに達し、マアジの生産は12年間に約14倍以上に増大した。

なかでも、日本海域における増勢はいちぢるしく、同じ比較で約6,000トンから約240,000トンへ、40倍以上の驚くべき増加を示している。したがって全国生産量に占める日本海域の比重は、この間に約20%から60%へ増大し、いまやマアジの主要な漁業生産水域は、日本海とくにその西部水域に移行したといつてよい(第1表)。

第1表 (マ)アジ漁獲量の推移

年	全 国		日 本 海 区 計		日 本 海 西 区		日 本 海 北 区	
	ト	ン 指 数	ト	ン 指 数	ト	ン 指 数	ト	ン 指 数
1948	29,578	1.0	5,784	1.0	5,159	1.0	625	1.0
1949	49,204	1.6	8,480	1.4	7,638	1.5	842	1.3
1950	72,305	2.4	15,309	2.6	13,102	2.5	2,207	3.5
1951	92,619	3.1	18,137	3.1	13,877	2.7	4,260	6.8
1952	206,268	7.0	24,713	4.3	19,050	3.7	5,663	9.1
1953	239,115	8.1	38,209	6.6	32,603	6.3	5,606	9.0
1954	251,235	8.5	54,360	9.4	47,355	9.2	7,001	11.2
1955	238,372	8.1	64,943	11.2	49,639	9.6	15,300	24.5
1956	246,416	8.3	80,359	13.9	64,391	12.5	15,964	25.5
1957	281,569	9.5	125,483	21.7	72,833	14.1	15,150	24.2
1958	282,127	9.5	138,816	24.0	113,527	22.0	25,289	40.5
1959	409,616	13.8	236,805	40.9	207,428	40.2	29,383	47.0

1) 1948～1951年は青森、兵庫、山口県の日本海水域外の漁獲をふくむ。

2) 1948～1956年はアジ類の漁獲量、1957～1959はマアジのみの漁獲量。

このようなマアジ漁獲量の急増には、統計調査方式の大改正、統計表示項目の変更(第1表、表註)および市場条件の変遷等にもとづく統計精度の向上が幾分あずかつており、さらにまた旋網、敷網等の普及発達による資源利用度の増大という事情も反映されていることは否定できないが、根本的には海中におけるマアジの資源量、とくに幼魚をふくむ若年魚の増大現象が主要な役割を果たしているものと考えられる。

こうした事情から、最近漁業者の間においてもマアジの生活史や生態について関心が深まり、‘幼魚や若年魚が大量に出現しているのに、なぜ親魚である大アジ群が殆んど出現しないのか’というたぐいの質問がしばしば寄せられるに至った。

一方、若年マアジ群の増加によつて、魚食性魚類の食餌構成にも大きな変化が起つていることが報告され(三谷, 1959)、マアジ資源の変動は、単にこの魚類を重要な対象の一つにしている旋網、定置網、敷網等の重要漁業(第2表)の将来を左右するばかりではなく、海洋における栄養関係を通じて、他の重要な魚類資源の変動にも深く干与する重要な課題として注目されている。

しかし、マアジの研究は、イワシ類・サバ類等の他の重要な温水性近海回游魚類に比較して、いちぢるしくおくれっており、その生物学的知識もとぼしく、成長や成熟についての見解もまちまちである。

筆者らは、ここ数か年間に蓄積された対馬暖流水域内におけるマアジに関する調査結果を整理検討し、この水域におけるマアジ資源の加入過程について考察を加えた。この報告では、まず産卵期・産卵場および稚仔魚の移送の面から考察し、続報(深滝・渡辺, 1960)において若年魚漁獲物体長組成の季節的推移の面から同じ問題を考察する予定である。

第 2 表 漁業種類別マアジ漁獲量 (1959)

				東 支 那 海 区		日 本 海 西 区		日 本 海 北 区	
				トン	%	トン	%	トン	%
総	漁	獲	量	114,272	100.0	207,428	100.0	29,383	100.0
底	曳	網	漁	1,492	1.3	1,842	0.9	95	0.3
旋	網	漁	業	106,991	93.5	190,704	92.0	6,207	21.2
敷	網	漁	業	3,034	2.7	4,692	2.3	4,964	16.9
刺	網	漁	業	97	0.1	18	0.0	49	0.2
釣		漁	業	563	0.5	279	0.1	53	0.2
延	縄	漁	業	42	0.0	1	0.0	0	—
定	置	網	漁	1,274	1.1	7,135	3.4	16,527	56.3
地	曳・船	曳	網	761	0.7	2,737	1.3	1,467	5.0
そ	の	他	の	5	0.0	8	0.0	12	0.0

報告にさきだち、海上における困難な採集作業および採集後の処理査定をためまづに続けてこの関係試験研究機関の船員および職員各位に深く敬意を表する。また原稿の御校閲をいただいた日本海区水産研究所々長内橋聖博士にしてお礼申し上げる。さらに試・資料のとりまとめや作図を援助された角家典子嬢に感謝する。

Ⅱ. 材 料

この報告に用いた材料は、対馬暖流開発調査における稚魚網採集物査定結果である。これは、予備的な期間をふくめると、1952年4月から1958年3月にわたって、参加22機関が、月例または不定期に実施した海洋観測の際に行った採集によって得られたものであり、その延採集点数は約9,000点に達する。採集方法は稚魚網表層水平曳で、ネットの構造および曳網方法の詳細は、同じ材料を用いたサンマに関する報告（深滝、1959）のとおりである。

筆者は上記期間中、本州日本海側12府県のうち、山口と京都を除く10県水産試験場および日本海区水産研究所自身が採集した標本の大部分について査定を担当してきたが、この報告では、日本海水域におけるマアジの産卵などを隣接水域との関連において明らかにするため、他の担当者による査定結果で公表されている日本海水域内外の記録をも努めて収録して材料に加えた。使用することのできた記録は延8,366点で、その海域別内訳は第3表に示すとおりである。

マアジの産卵自身を究明するためには、稚仔魚よりも卵の出現分布を取扱うことが、時間的・空間的なずれが少ないという理由からより望ましいわけであるが、貯蔵標本中のマアジ卵を他種の類似卵と確実に識別することは困難であり（内田・道津、1958；横田・三田、1958）、一般的には行われていない。太平洋東部水域に棲息する *Trachurus symmetricus* の調査においても卵の査定はルーチンとしては行われていない（AHLSTROM・BALL, 1954）。

またマアジ稚仔と近縁種の稚仔との識別も困難であつて、南方水域ほど他種の稚仔が混入している可能性が大きいものと考えられるが*、ここでは内田・道津（1958）が行ったように、各査定担当者がマアジ稚仔として公表しているものは、すべてそのまま信用して作業を進めた。

対馬暖流調査においては、当初稚魚網によ

第 3 表 海区分稚魚網採集点数及び採集期間

海 区	全曳網点数	採 集 期 間
総 数	8,366	
九 州 沿 海	3,030	1952年4月—1958年3月
本州日本海側	4,619	1952年7月—1958年3月
北海道周辺	717	1953年5月—1955年11月

* 漁獲統計によれば、1957～1959年間に水揚げされたアジ類漁獲量中に占めるマアジ以外のアジの割合は、東支那面において9.7%、日本海西区において0.24%、同北区において0.024%と北にゆくほど急減している。

海 日 月		A		B		C		D		A	B	C	D											
		全 点 数	曳 網 数	稚 現 点 数	出 現 点 数	延 稚 数	採 集 数	稚 長 範 圍 (mm)																
		九州沿海							本 州 日 本 海 側															
		西 区							北 区															
總 数		3,030		204		1,206		2-61		2,794		156		1,015		3-62		1,825		30		103		3-64
1	1~	287		4		4		12-40		124		-		-		-		29		-		-		-
	54									3								17						
	11~	177		4		4		12-40		22		-		-		-		12		-		-		-
	21~	56		-		-		-		99		-		-		-		-		-		-		-
2	1~	224		18		100		2-15		176		-		-		-		99		-		-		-
	54									71								49						
	11~	80		10		25		2-11		44		-		-		-		16		-		-		-
	21~	27		3		14		5-15		60		-		-		-		34		-		-		-
3	1~	261		38		122		2-18		230		-		-		-		249		-		-		-
	54									91								30						
	11~	94		12		43		3-15		85		-		-		-		141		-		-		-
	21~	8		7		52		2-11		54		-		-		-		78		-		-		-
4	1~	129		33		195		3-27		291		10		132		4-27		256		-		-		-
	54									181		2		3		6-23		175						
	11~	19		4		34		11-20		64		-		-		-		59		-		-		-
	21~	19		9		27		3-18		45		8		129		4-27		22		-		-		-
5	1~	261		52		636		5-52		337		57		623		3-51		268		-		-		-
	54									184		20		460		3-29		159						
	11~	108		17		194		6-52		91		19		94		5-51		62		-		-		-
	21~	47		7		26		5-51		59		17		68		6-34		47		-		-		-
6	1~	239		18		60		6-49		288		49		198		5-62		200		9		55		4-56
	54									143		29		124		5-62		102		2		3		4-41
	11~	107		8		32		6-29		92		11		18		6-45		72		5		47		11-56
	21~	27		1		2		7		50		8		50		7-51		23		2		5		26-53
7	1~	305		11		34		2-17		252		13		16		4-52		221		13		30		3-64
	54									165		12		15		7-52		161		8		12		3-42
	11~	82		4		7		2-7		74		-		-		-		60		5		18		5-64
	21~	95		2		2		12, 17		11		1		1		4		-		-		-		-

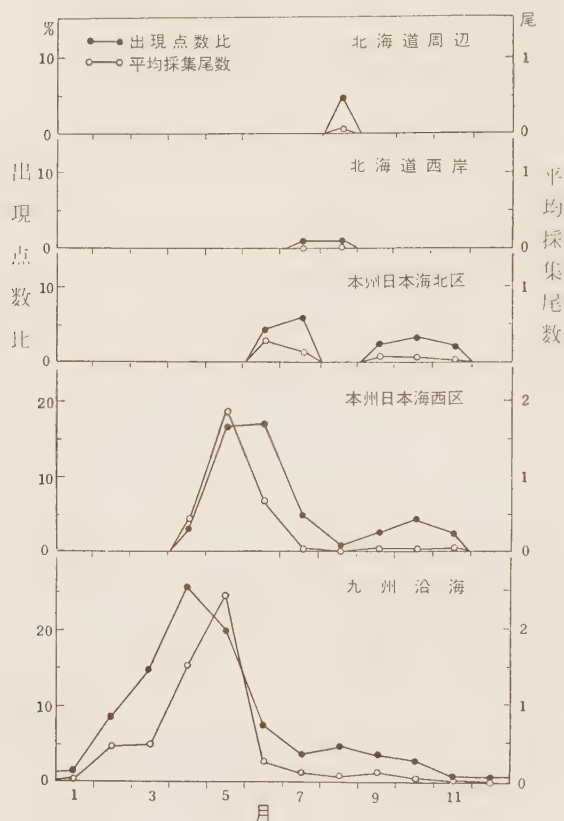
月	海 区	A				B				C				D				A				B				C				D							
		全曳網 点 数				稚仔出 現点 数				延採集 稚仔 数				稚仔全 長 範 圍 (mm)																							
		九州沿海																本 州 日 本 海 側																			
8	1~	239	11	19	3-15	252	3	5	5-30	104	-	-	-	252	3	5	5-30	104	-	-	-	252	3	5	5-30	104	-	-	-	252	3	5	5-30	104	-	-	-
	11~	185	5	6	7-15	103	3	5	5-30	18	-	-	-	103	3	5	5-30	18	-	-	-	103	3	5	5-30	18	-	-	-	103	3	5	5-30	18	-	-	-
	21~	25	3	3	8-10	70	-	-	-	42	-	-	-	70	-	-	-	42	-	-	-	70	-	-	-	42	-	-	-	70	-	-	-	42	-	-	-
	21~	29	3	10	3-11	78	-	-	-	44	-	-	-	78	-	-	-	44	-	-	-	78	-	-	-	44	-	-	-	78	-	-	-	44	-	-	-
9	1~	267	9	24	7-20	237	7	15	7-26	118	3	8	11-25	237	7	15	7-26	118	3	8	11-25	237	7	15	7-26	118	3	8	11-25	237	7	15	7-26	118	3	8	11-25
	11~	171	9	24	7-20	146	4	9	9-18	85	2	7	12-25	146	4	9	9-18	85	2	7	12-25	146	4	9	9-18	85	2	7	12-25	146	4	9	9-18	85	2	7	12-25
	21~	41	-	-	-	72	3	6	7-26	33	1	1	11	72	3	6	7-26	33	1	1	11	72	3	6	7-26	33	1	1	11	72	3	6	7-26	33	1	1	11
	21~	54	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	
10	1~	257	7	9	4-26	267	12	15	5-28	107	3	7	3-13	267	12	15	5-28	107	3	7	3-13	267	12	15	5-28	107	3	7	3-13	267	12	15	5-28	107	3	7	3-13
	11~	111	1	1	16	107	4	4	5-28	53	2	6	3-11	107	4	4	5-28	53	2	6	3-11	107	4	4	5-28	53	2	6	3-11	107	4	4	5-28	53	2	6	3-11
	21~	74	4	4	7-21	120	4	5	9-13	48	1	1	13	120	4	5	9-13	48	1	1	13	120	4	5	9-13	48	1	1	13	120	4	5	9-13	48	1	1	13
	21~	72	2	4	4-26	40	4	6	10-20	6	-	-	-	40	4	6	10-20	6	-	-	-	40	4	6	10-20	6	-	-	-	40	4	6	10-20	6	-	-	-
11	1~	346	2	2	8,13	180	5	11	16-35	90	2	3	11-15	180	5	11	16-35	90	2	3	11-15	180	5	11	16-35	90	2	3	11-15	180	5	11	16-35	90	2	3	11-15
	11~	241	2	2	8,13	101	5	11	16-35	60	2	3	11-15	101	5	11	16-35	60	2	3	11-15	101	5	11	16-35	60	2	3	11-15	101	5	11	16-35	60	2	3	11-15
	21~	58	-	-	-	69	-	-	-	22	-	-	-	69	-	-	-	22	-	-	-	69	-	-	-	22	-	-	-	69	-	-	-	22	-	-	-
	21~	47	-	-	-	10	-	-	-	8	-	-	-	10	-	-	-	8	-	-	-	10	-	-	-	8	-	-	-	10	-	-	-	8	-	-	-
12	1~	215	1	1	61	160	-	-	-	84	-	-	-	160	-	-	-	84	-	-	-	160	-	-	-	84	-	-	-	160	-	-	-	84	-	-	-
	11~	123	1	1	61	89	-	-	-	48	-	-	-	89	-	-	-	48	-	-	-	89	-	-	-	48	-	-	-	89	-	-	-	48	-	-	-
	21~	89	-	-	-	67	-	-	-	36	-	-	-	67	-	-	-	36	-	-	-	67	-	-	-	36	-	-	-	67	-	-	-	36	-	-	-
	21~	2	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	
		北 海 道 周 辺																																			
		日 本 海 側												オ ホ ー ツ ク 海 側												太 平 洋 側											
総 数		535	2	2	13,17	148	-	-	-	31	1	1	56	148	-	-	-	31	1	1	56	31	1	1	56	31	1	1	56	31	1	1	56	31	1	1	56
1	1~	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	11~	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	21~	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	21~	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2	1~	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	11~	181	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	21~	101	1	1	17	73	-	-	-	-	-	-	-	73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	21~	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3	1~	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	11~	7	1	1	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	21~	7	1	1	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	21~	7	1	1	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4	1~	104	1	1	13	35	-	-	-	21	1	1	56	35	-	-	-	21	1	1	56	35	-	-	-	21	1	1	56	35	-	-	-	21	1	1	56
	11~	11	1	1	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	21~	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	21~	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
5	1~	18	-	-	-	4	-	-	-	10	-	-	-	4	-	-	-	10	-	-	-	4	-	-	-	10	-	-	-	4	-	-	-	10	-	-	-
	11~	36	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	21~	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	21~	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

3 旬の計が各月の計に達しない場合は採集日不明のものが含まれていることを示す。

稚魚網によつてマアジ稚仔が採集された期間の最大範囲は、九州沿海で1月中旬～12月上旬、本州日本海側西区では4月上旬～11月上旬、同北区では6月上旬～11月上旬、北海道西岸では7月下旬～8月上旬であ

る。すなわち、南方水域ではほぼ周年にわたる出現をみるが、北方にゆくほど出現期が短くなり、分布の末端域附近では高水温期のごく短期間のみに限定された出現をみるに過ぎない。

各月の曳網水域の広狭および曳網点密度の精疎等から生ずる見かけ上の混乱を軽減するために、海区および月毎に次の2つの数値を求め、その季節的推移を図示した結果が第1図である。



第1図 マアジ稚仔の海域別・月別出現

に小型稚仔が出現しはじめ、4月には日本海西区にも断続した出現がみられ、5月にはこれが西区一帯に拡がり、6月には沖合大和堆附近および北區沿岸帯秋田県附近まで分布域が拡大し、7月には西区よりも北區一帯に出現の比重が移り、北端は津軽海峡西口附近に達し、2月に始まつた一連の出現域北遷が終る。この北遷期間中にも、なお南方水域で断続的な出現がみられる。9～11月には富山湾附近以南に再び出現し、この期間内では10月に最も広い分布を示す。

V. 稚仔魚出現水域の表面水温

マアジ稚仔魚の出現水温については、すでに早野(1954)が罾ネット採集結果について、梶原・山田(1958)が稚魚網採集結果について、それぞれ報告しているので、ここでは簡単にふれる。

材料が表層水平曳採であるという理由から、各曳網点をその表面水温によって2℃帯毎に区分し、各水温帯内における出現点数比および平均採集尾数を求めて図示した結果が第14図である。

出現水温範囲は九州沿海12～30℃、西区14～26℃、北區16～25℃、北海道周辺13℃および22～23℃である。最頻出現水温は九州沿海および西区とも16～17℃であるが、北區はこれよりやや高温である。

出現水温帯の月別推移は第5表に示すとおりで、相当の季節的変動がある。

出現点数比(%) $B/A \cdot 100$

平均採集尾数 $B/A \cdot C/B = C/A$

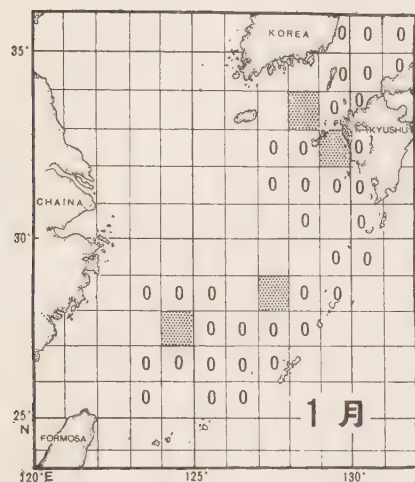
ここに、Aは全曳網点数、Bはマアジ稚仔出現点数、Cはマアジ稚仔延採集尾数である。

材料の性質上厳密な定量的比較は避けなければならないが、この図からマアジ稚仔の出現盛期の地理的推移をよみとることができ、九州沿海では4～5月、西区では5～6月に盛期があり、北區以北では特に明瞭な盛期がない。また春から夏にかけて、順次分布の末端域にまで北遷してゆく一連の出現期のほかに、晩秋にまでおよぶ貧弱な後続的出現期の存在を指摘できる。

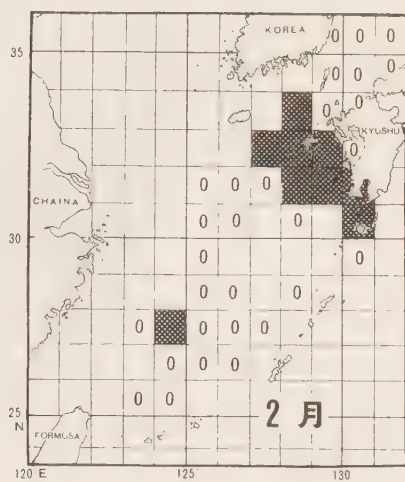
IV. 稚仔魚出現水域の季節的推移

第2図～第13図は、稚魚網曳網実施水域およびマアジ稚仔魚出現水域を、緯経度各1度区画によつて各月毎に示したものである。実際の曳網水域範囲が図示範囲外にも拡がっている月もあるが、カットした部分はマアジ稚仔が全く出現していない水域である。図中濃色部は採集稚仔中に全長10mm未満の小型稚仔をふくむ出現域を、淡色部は全長10mm以上のみの稚魚出現域を示す。

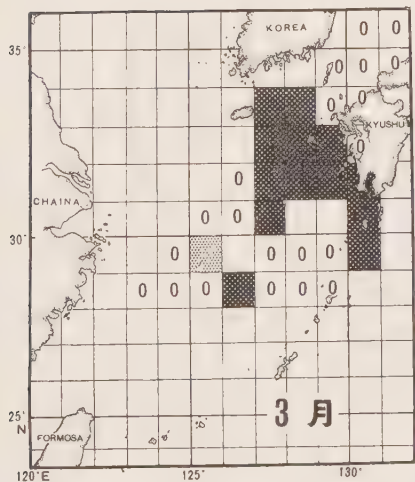
要約的に稚仔魚出現水域の季節的推移をのべると、2～3月に九州西岸および南岸一帯



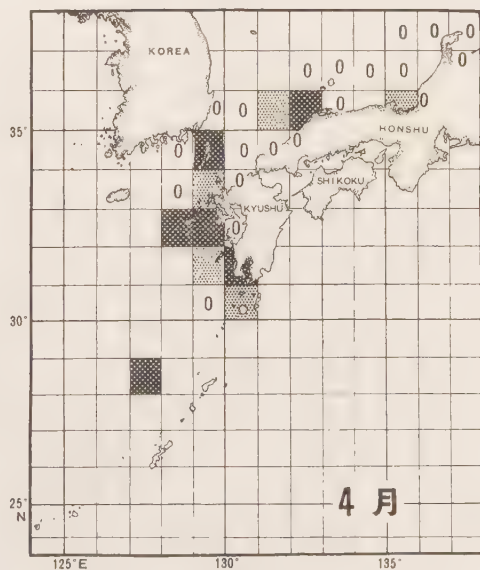
第 2 図 マアジ稚仔魚出現水域（1月）



第 3 図 マアジ稚仔魚出現水域（2月）



第 4 図 マアジ稚仔魚出現水域（3月）

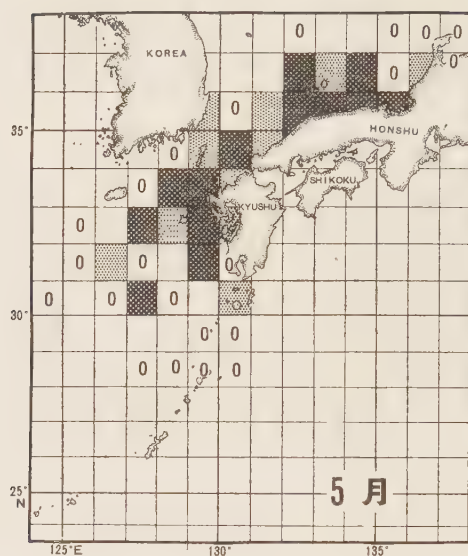


第 5 図 マアジ稚仔魚出現水域（4月）

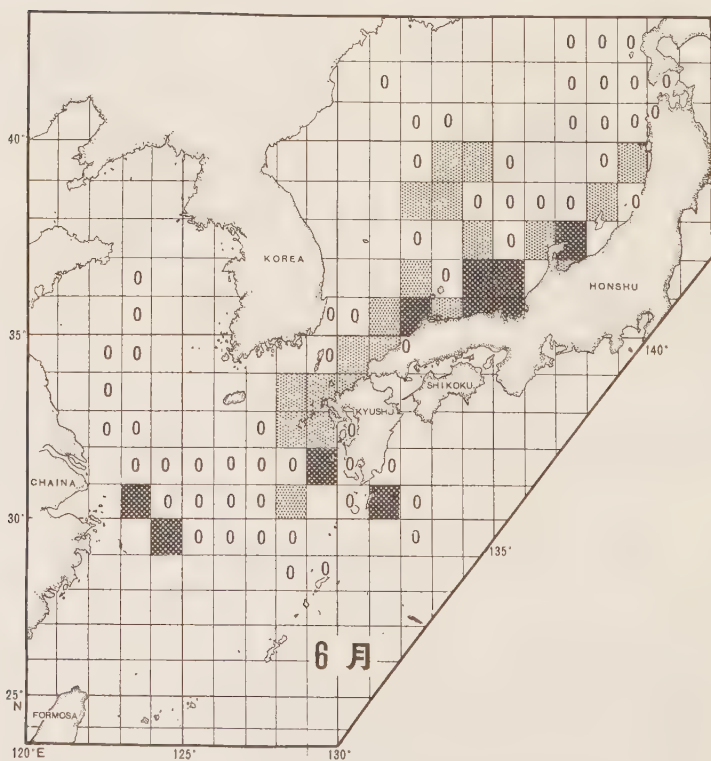
■ マアジ稚魚出現域（全長10mm未満の小型稚魚をふくむ）

▨ マアジ稚魚出現域（全長10mm以上のみ）

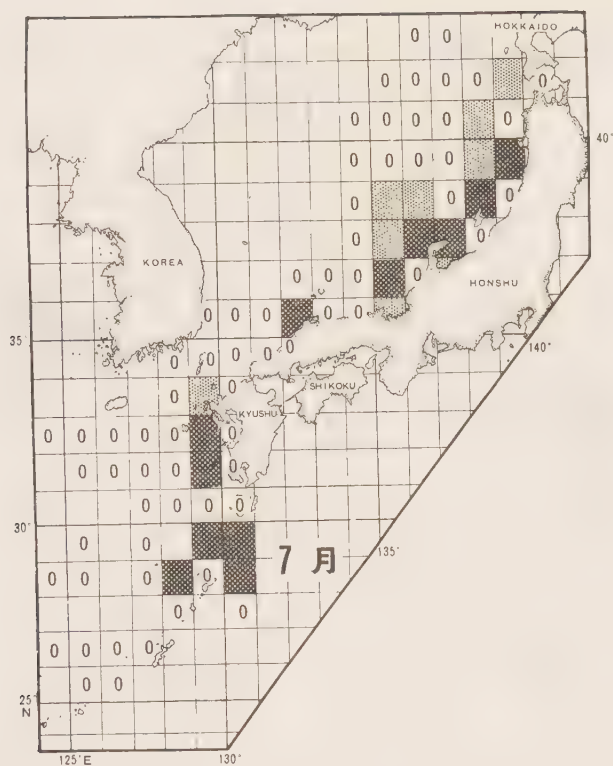
0 曳網実施，稚魚不出現域



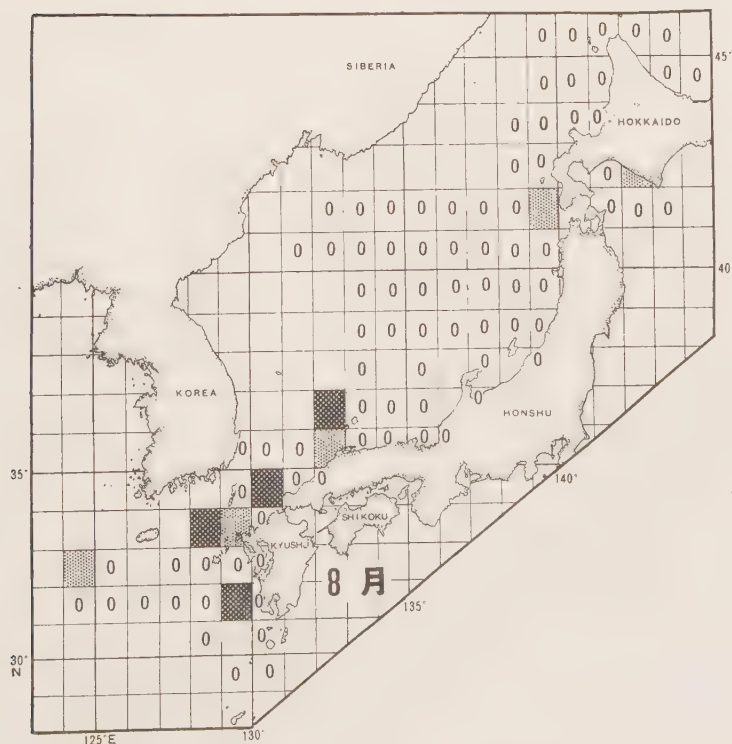
第 6 図 マアジ稚仔魚出現水域（5 月）



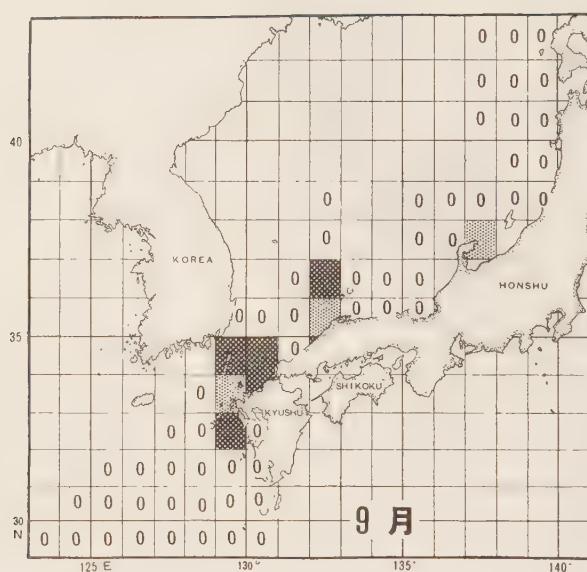
第 7 図 マアジ稚仔魚出現水域（6 月）



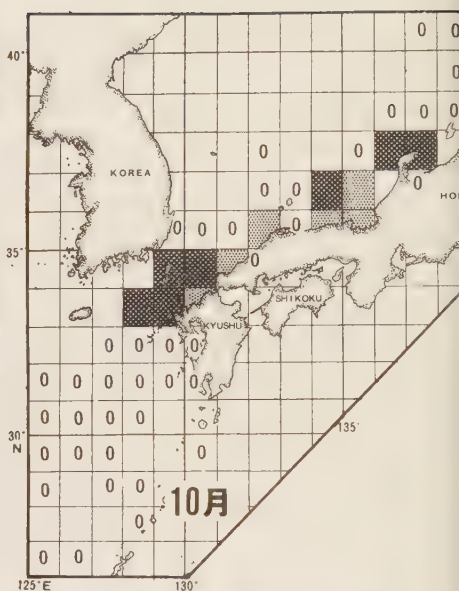
第 8 図 マアジ稚仔魚出現水域（7 月）



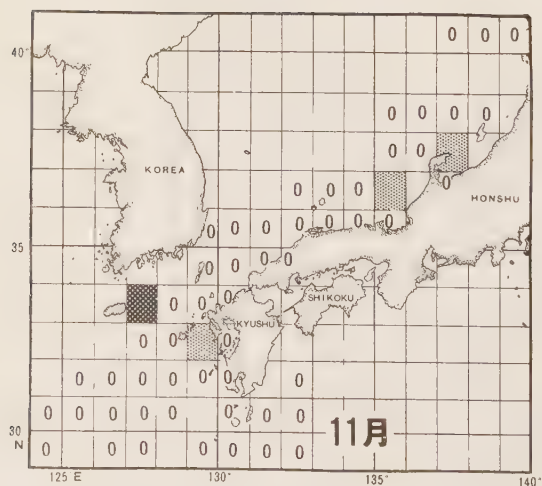
第 9 図 マアジ稚仔魚出現水域（8 月）



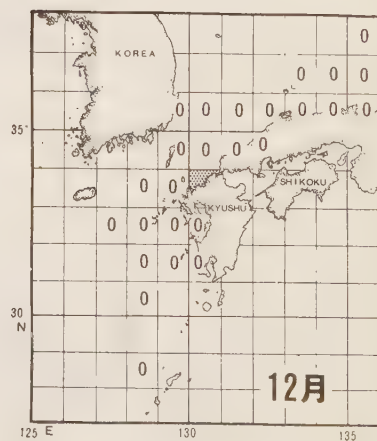
第 10 図 マアジ稚仔魚出現水域 (9 月)



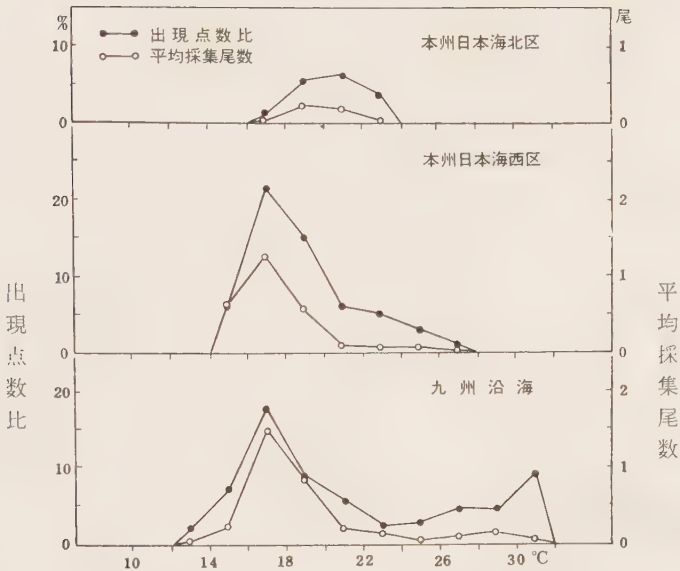
第 11 図 マアジ稚仔魚出現水域 (10 月)



第 12 図 マアジ稚仔魚出現水域 (11 月)



第 13 図 マアジ稚仔魚出現水域 (12 月)



第 14 図 マアジ稚仔の表面水温帯別出現

第 5 表 マアジ稚仔魚水温帯別・月別採集尾数

水温	総 数	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
総 数	2,327	4	100	122	327	1,259	313	81	26	47	31	16	1
12°C	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13°C	3	1	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-
14°C	11	-	2	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-
15°C	226	1	22	25	155	23	-	-	-	-	-	-	-
16°C	366	1	19	22	33	266	24	1	-	-	-	-	-
17°C	786	-	18	47	31	652	36	2	-	-	-	-	-
18°C	390	-	39	3	57	232	57	1	-	-	-	-	1
19°C	125	-	-	-	5	9	102	3	-	-	-	6	-
20°C	101	-	-	11	2	49	19	6	-	-	5	8	-
21°C	66	-	-	-	-	4	20	25	-	-	15	1	-
22°C	47	-	-	1	30	-	1	5	-	-	9	1	-
23°C	27	-	-	-	-	-	18	2	1	5	1	-	-
24°C	27	-	-	-	-	2	5	8	4	8	-	-	-
25°C	13	-	-	-	-	-	-	2	1	10	-	-	-
26°C	16	-	-	-	-	-	-	1	1	14	-	-	-
27°C	19	-	-	-	-	-	2	3	6	8	-	-	-
28°C	12	-	-	-	-	-	-	1	10	1	-	-	-
29°C	22	-	-	-	-	-	-	21	1	-	-	-	-
30°C	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
?	68	-	-	3	12	22	29	-	-	1	1	-	-

横田・三田 (1958) によれば、日向灘におけるマアジ卵の出現水温範囲は16~29°C、稚仔のそれは16~30°Cであり、最頻出現点数比は19~23°Cにあり、範囲の下限および最頻出現水温帯は対馬暖流水域の場合より高い。太平洋側において、マアジは20~21°Cの水温帯とともに北へするという報告 (如中, 1950; 川崎, 1959) と併せて、日本列島の両側のマアジ棲息水温には若干の差があることも考えられる。なお横田・三田 (1958) は25°C以上で出現するものはマアジの卵・稚仔ではないように思われるとしており、アジ類稚仔の

第 6 表 マアジ稚仔魚曳網時刻別採集状況

曳網(開始)時刻	九州沿海					本 州 日 本 海 側									
	A 全曳網 点数	B 出現 点数	C 延採集 尾数	B/A (%)	C/A	西 区					北 区				
						A	B	C	B/A (%)	C/A	A	B	C	B/A (%)	C/A
	3,030	204	1,206			2,104	156	1,015			840	30	103		
00:00~05:59	234	18	226	7.7	0.97	255	25	99	9.8	0.38	113	6	24	5.3	0.21
06:00~11:59	1,171	69	270	5.9	0.23	680	34	121	5.0	0.18	303	11	33	3.6	0.11
12:00~17:59	1,266	76	349	6.0	0.28	795	57	293	7.2	0.37	263	8	24	3.0	0.09
18:00~23:59	341	40	355	11.7	1.08	327	39	496	13.8	1.51	123	4	6	3.3	0.05
?	18	1	6			47	1	6			38	1	6		

査定が確かでない現在、夏期南方水域に出現している“マアジ”稚仔については、若干の保留をおく必要が認められる。

Ⅵ. 昼夜による稚仔魚出現の差異

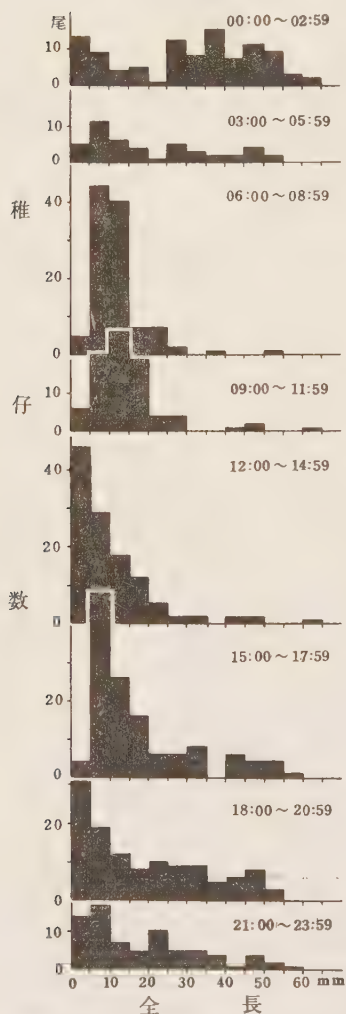
第6表は曳網時刻による出現点数比および平均採集尾数を対比したものである。採集の少ない北区以外の南方水域においては、昼間より夜間における採集率が高い。

一方、曳網時刻別採集稚仔全長組成を対比した第15図をみると、夜間人型稚仔の採集される割合が大きいように思われる。集魚灯下におけるマアジ幼稚魚の行動を観察した梶原(1957)はマアジ稚魚は尾又長30mmで、その行動力に差を生ずるとしているが、昼間採集される稚仔は30mm以下のものが圧倒的に多い。

夜間浮上しているマアジ稚魚の採集が、きわめて容易であることを確認した事例として、1957年7~8月、日本海北部水域で行われた漂流筏による調査結果(下村, 1958)をあげる事ができる。漂流中の筏船首部から表層近くの中程に罾ネットを投入し、夕刻から早朝まで放置しておいたところ、最高1夜で15尾、6夜で延41尾のマアジ稚魚がネットのアイマーに頭を突込んだまま採集された。漂流という迅速さを欠いた、しかも口径45cmの小型ネットにこのような入網がみられたことから、マアジ稚魚の夜間における逃避能力はきわめて少ないか、或いは筏の灯火またはネットのアイマー中のプランクトンに対する趨性を示すものかのいずれかが考えられる。このときの採集物を筆者は直接査定する機会を得たが、その全長組成は第7表のとおりで、かなり大型の稚魚も採集されていることが注目される。

Ⅶ. 海域による採集稚仔魚全長組成の差異

第16図は採集稚仔魚の全長組成について海区間対比を行ったものである。すでにのべたように、採集全稚仔の組成を忠実に反映しているという保証はないが、九州沿海では小型稚仔の相



第15図 マアジ稚仔の曳網時刻別全長組成

第7表 漂流筏船首罾ネット
で採集したマア
ジ稚魚全長組成

全 長	尾 数
～ 9mm	7
10～19	0
20～29	1
30～39	2
40～49	7
50～59	10
60～69	9
70～79	5
80～	0
計	41

対的割合が大きく、日本海水域内では大型稚魚のそれが比較的大きいという事実をうかがい知ることができる。

日向灘において採集されるマアジ稚仔の全長範囲は5～21mmであり（野村 1959）、太平洋北部水域で採集されるマアジ稚仔の最大体長およびモードが、沿岸帯において40～50mmおよび10～20mmで、その東方沖合において50～60mm および20～30mmであること（川崎, 1959）をあわせて考えると、後述するとおり海流による北方または東方への移送を示唆しているのであろう。

VIII. 産卵期・産卵場および稚仔魚の移送に 関する考察と論議

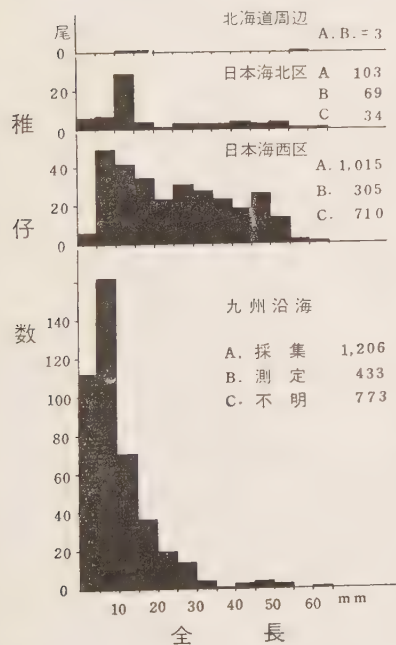
これまで明らかにしてきた稚仔魚出現期および第4表に示した採集稚仔魚の全長範囲から、マアジの産卵期を推定すると、九州沿海では1～11月、西区においては4～10月、北区においては6～7月および9～10月で、海域全体としては比較的長期にわたるが、その盛期は、それぞれ3～5月、4～6月および6～7月であろう。

この推定は、既往の多くの報告（早野, 1954；山田・梶原, 1955；九州大学アジ・サバ研究グループ, 1957；水田ほか, 1958；藤川・桑岡, 1959等）と一致しているが、産卵場に関する考察の際詳細に論及するように、対馬暖流調査の最終的綜述（山田, 1958）とは必ずしも一致してはいない。

なお黒潮水域におけるマアジも、対馬暖流水域と類似したパターンで産卵を行っているものと推定される（神谷, 1916；三田, 1957；横田・三田, 1958；川崎, 1959）。

小型稚仔の出現は、比較的至近水域に産卵場が形成されていることを示すものであるから、第2～13図中における濃色部はほぼ産卵場自身を示すものと考えてよい。この観点に立つて再度これらの図を詳細に検討すると、マアジの産卵場はほぼ陸棚上に形成されるとして大きな誤りはないように思われる。黒潮水域のマアジ産卵についても同様な見解が報告されている（横田・三田, 1958；川崎, 1959）。

第1図において示された稚魚網1曳網当り平均採集尾数（C/A）を、きわめてラフではあるが、マアジ稚仔魚の分布密度を表現するものとすれば、明らかに南方水域ほど密度が大きいことになる。北方水域に出現する稚仔魚の中には後述するように、より南での産卵に由来するものがふくまれているであろうから、産卵量分布の南偏はよりいっそうしいものと推定さ



第16図 マアジ稚仔の海域別全長組成

れる。

稚魚網で採集される程度の体型をもつ稚仔魚の出現期間の長さは、産卵期の長さを反映しているであろうから、産卵期は南方水域ほど長いことになる。

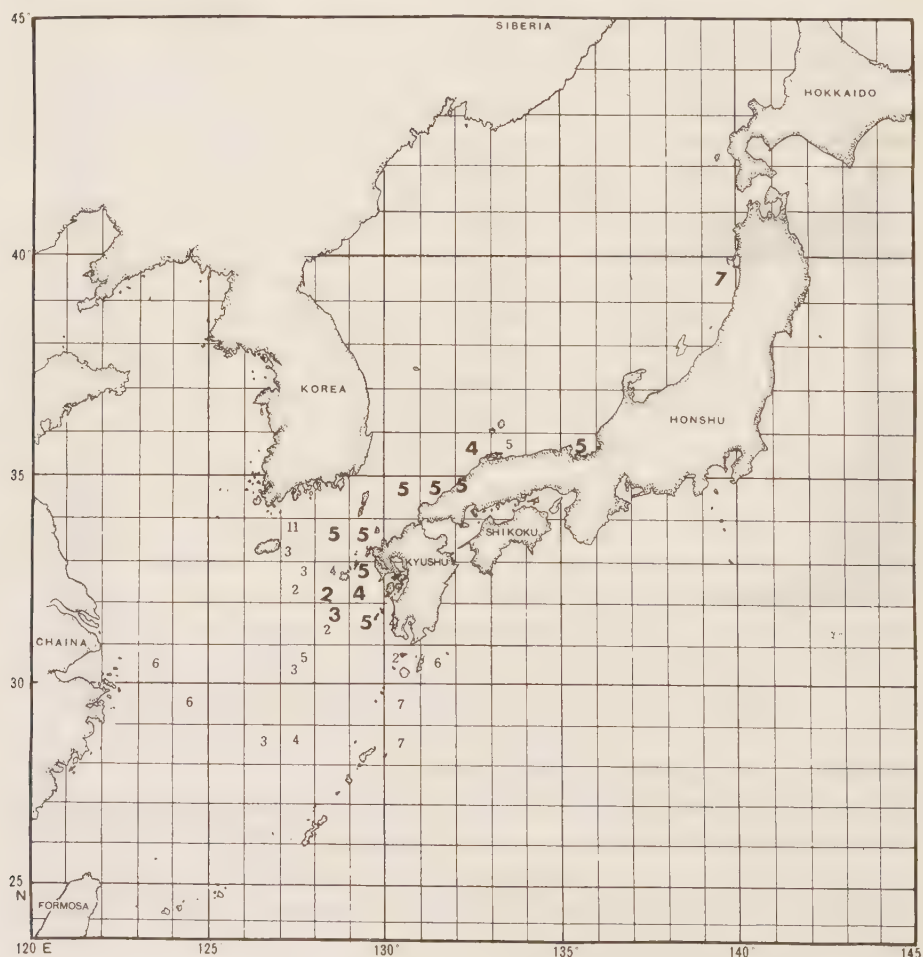
また前述のとおり、マアジの産卵場はほぼ陸棚上に限られていると推定されるが、陸棚面積という点からすれば、東海・黄海をかかえている九州沿海が、日本海水域よりもはるかに大きなマアジの産卵許容面積をもつものと推定される。

特定海域の総産卵量は産卵密度を時間的・空間的に積分したものである。したがって上述の3点から、対馬暖流水域におけるマアジの主要産卵場は、明らかに一部東海をふくむ九州沿海にあつて、日本海西区はそ

の周辺部に相当し、北区はより一層副次的な地位を占める産卵北限域に相当するものと推定される。北海道周辺海域では産卵が行われていないとする推定（川崎，1959）は妥当なものであろう。

稚魚網採集稚仔全長組成の海区間対比（第16図）において、九州沿海に小型稚仔出現の相対的割合がいちぢるしく高いこともまた上述の推定の正当さを裏書きしているものである。

第17図は平均採集尾数（C/A）が1尾以上であり、かつ採集稚仔中に全長10mm未満の小型稚仔をふくむ区画（ $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ ）と、その出現月を示したものであり、今後マアジの主要産卵場を確認する調査の進展に1つの手がかりを与えている。第18図は稚魚網および前述の漂流筏によつて、全長40mmを超えるマアジ稚魚が洋上において採集された位置とその出現月を示している。これまでに推論されてきた産卵場・産卵期に関する知見と、この人型稚魚の出現水域および出現時期との関係は興味深い。すなわち、マアジの主要産卵場は南方水域で、しかも陸棚上にはほぼ限定されていると考えられているのに対し、成長した人型稚魚は、日本海水域の沖合および北部にも分布しており、海流によつて移送されるという事実を示唆している。集魚灯下において、尾又長30mm以下のマアジ稚仔は潮流により流下して投光圏に入り、静止体型を保つたまま流れ去るという観察（梶原，1957）はこの事実に対応している。辻田・近藤（1958）は海流瓶の漂着状況にもとづいて東海の大陸棚傾斜面より西側の大陸棚内側海域から、九州西岸および南東近海（屋久島、種ヶ島など）へ、



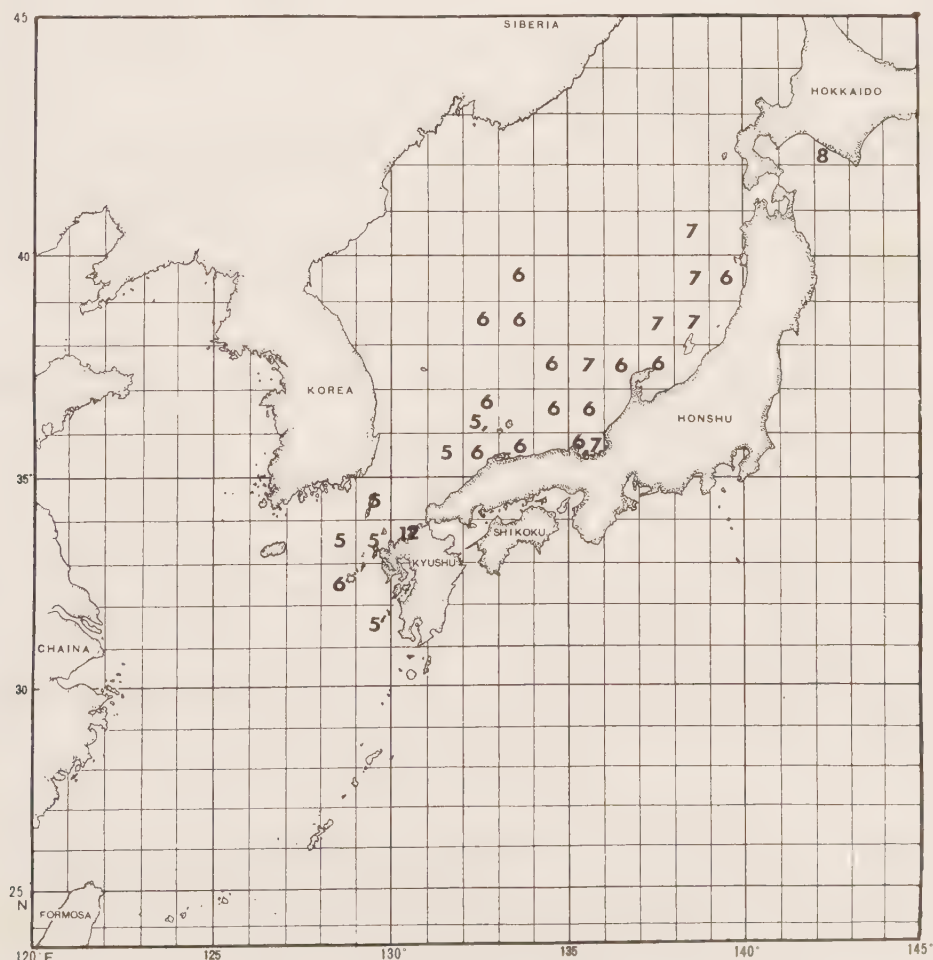
第 17 図 マアジ稚仔（小型をふくむ）濃密分布水域とその出現月
（小型数字は曳網実施2回以下）

1～5月の間に卵あるいは孵化した仔魚が輸送されるものと考察している。

横田・三田(1958)は、マアジの補給源に関して、海域毎に小さな補給があるにしても、主要な補給源は全国的にみて一つではないかとし、それは(日向灘よりも)暖流の上流域にあるとみるべきであろうと考察しているが、これは筆者が対馬暖流水域についてこれまで推定した事実の範囲内では妥当な考察である。しかしながら、“暖流の上流域”をどこまで遡及するかについての既往の見解に対しては、なお検討の余地が残されている。すなわち、今井(1958)が指摘したように、マアジをふくむ亜熱帯性魚類資源の一部は、九州西方沖合の諸水帯で発生した稚仔群が成長にともなつて九州沿岸水帯に洄游もしくは漂流してきたものによつて構成されていることは事実であろうが、山田(1958)が行つた考察——東海の陸棚前線の潮目帯で1～2月頃行われるマアジの産卵がアジ資源の大宗をなしている洄游マアジ群の産卵であつて、九州西海で5～6月頃行われる産卵は地付アジの産卵であろうとする——には、にわかに同意しがたい、いくつかの現象がある。

東海中央部には、他海域ではあまりわれわれの目にふれにくい大型マアジ群が棲息しており、底曳漁業や最近では旋網漁業によつて漁獲されている(山田, 1960)。

しかし、この大型マアジ群が12～2月頃大量に産卵しているという事実は、まだ確認されていないようである。早野(1954)は九州西岸に12月からマアジの前期稚仔が出現しはじめるとしているが、同じ報告の中



第 18 図 全長40mm以上のマアジ稚魚洋上採集水域とその出現月

で出現盛期は2～4月であり、出現域は五島灘を主とし、マイワシの産卵調査水域（沿岸帯）からはそう沖合にまで広がっていないものと考察している。稚魚網採集の結果もまた12～2月に東海中央部にマアジの大産卵場が形成されていることを示してはいない（第2, 3, 13図）。

長崎水試（1959）および藤田・桑岡（1959）によれば、12月東海で漁獲されたマアジの卵巣重量は軽量で、とても産卵期直前のものとは思われず、1～2月には測定記録がなく、3月に始めて成熟卵巣をもつ個体が見出されている。九州大学アジ・サバ研究グループ（1957）が示した生殖巣重量の季節的推移の図にのみ、12月末に卵巣重量の相当重い個体がみられるが、これらが産卵生態の上で示す意味はまだわからないとしている。

結局12月～1月にも産卵を行うマアジの存在することは事実であろうが、この時期の産卵が日本近海におけるマアジ資源の主要な加入源であると断定するには、なお多くの検討が必要である。

もし仮に、日本近海におけるマアジ資源の主要な加入源を、稚魚網採集が定常的に行われていた水域外の東海中心部における、より早期の産卵に由来するものとすれば、九州沿海で採集されるマアジ稚仔は、より南方水域から移送されてくるものが支配的であることになり、稚仔魚の全長組成およびその季節的推移において、日本海水域にみられたと同様な現象が認められなければならないが、そういう事実はみあたらない（第16図；深滝・渡辺、1960：第1図）。

筆者は、これまで明らかにしてきた産卵期および産卵場に関する知見にもとづきかぎり、むしろ2～6月（盛期3～5月）九州沿海で行われる産卵が、日本近海におけるマアジ資源の主要な補給源である、とした方が妥当であると考えている。このことは東海中央部および日本海水域内における産卵を完全に否定するものではなく、また特定魚種の産卵期、産卵場および成長、成熟年令さえもが、ダイナミックな終年変動をするという事実には目を覆うものではない。マアジの場合においても、近年の漁況（第1表）および統報において検討する漁獲物体長組成に関する知見を総合して判断すると、日本海西部水域における産卵がマアジ資源の再生産の上に果たしている役割が増大しつつあるのではないかと推定されるふしもある。黒潮水域において、マアジ資源量の増大にともなつて、産卵北限水域が拡大北上したという考察（川崎、1959）は、これと符を一にしている。

IX. 摘 要

1. 稚魚網表層水平曳によるマアジ稚仔魚採集結果にもとづいて、対馬暖流水域におけるマアジの産卵期産卵場および稚仔魚の移送について考察した。
2. マアジの産卵は、九州沿海において1～11月、日本海西区において4～10月、同北区において6～7月と9～10月におこなわれ、海域全体としては比較的長期にわたっているが、その盛期はそれぞれ3～5月4～6月および6～7月と順次北遷してゆくものと推定される。
3. 対馬暖流水域におけるマアジの主要な産卵場は、一部東海中心部をふくむ九州沿海であり、日本海西区はその周辺部に相当し、北区はより一層副次的な産卵北限域に相当するものであろう。また産卵場はほぼ陸棚上に限定されているものと推定されるが、近年の漁況等から判断すると、日本海水域内における産卵がマアジ資源の再生産の上に果たしている役割が増大しつつある可能性が考えられる。
4. 採集稚仔魚体型の海区間対比にもとづいて、主要産卵場である九州沿海を起源とするマアジ稚仔魚のうち、少なくとも一部分は、日本海水域内に漂流移送されているものと推定される。

引 用 文 献

- AHLSTROM, E. H. and O. P. BALL (1954). Description of eggs and larvae of jack macquerel (*Trachurus symmetricus*) and distribution and abundance of larvae in 1950 and 1951. *Fish Bull.*, (56): 209-245.
- 深 滝 弘 (1959). 日本海産重要魚類卵・稚仔の周年にわたる出現および生態について—Ⅱ. 対馬暖流水域におけるサンマ卵・稚仔の出現・分布. 水産研報, (7): 19-42.
- ・渡 辺 和 春 (1960). 対馬暖流水域におけるマアジ資源の加入過程に関する考察 Ⅱ. 漁獲

若年魚の体長組成にもとづく考察. 日水研年報, (6): 87-103.

藤川 政文・桑岡 亦好 (1959). 魚体調査の結果. 長崎水試資料, (161): 38-59.

畑 中正吉 (1950). 東北海区のマアジ漁況について. 日水誌, 15(11): 678-680.

早野 孝教 (1954). 九州西岸海域に於けるマアジ及びサバの稚魚の出現分布について (要約). 対馬暖流開発調査第1回シンポジウム発表論文, : 251-252.

今井 貞彦 (1958). 九州南西海域に出現する魚卵、仔・稚魚の概況. 対馬暖流開発調査報告書, 第2輯: 76-78.

神谷 尚志 (1916). 館山湾に於ける浮游性魚卵並に其稚児. 水講試報, 11(5): 1-92.

川崎 健 (1959). マアジの生態についての基礎的研究. 東北水研研報, (13): 95-107.

梶原 武 (1957). 若年マアジの生態学的研究—1. 行動と食性について. 長崎大学水産学部研報, (5): 13-22.

・山田 鉄雄 (1958). 稚魚網採集によるマアジ稚魚について. 対馬暖流開発調査報告書, 第2輯: 79-105.

九州大学水産学教室アジ・サバ研究グループ (1957). マアジの年令と成熟について (予報). 対馬暖流開発調査第5回シンポジウム発表論文, : 135-152.

三田 典子 (1957). アジ科魚類の年令査定と成長について. 南海水研研報, (5): 19-37.

三谷 文夫 (1959). ブリの食性. ていち, (22): 16-22.

水江 一弘・吉賀 重行・松尾 昭良 (1958). 上五島産マアジ生殖巣の季節的变化に就て. 長崎大学水産学部研報, (6): 22-26.

長崎県水産試験場 (1959). 昭和33年10月～34年3月魚体調査の概要 (その二), アジ魚体調査. 長崎水試資料, (156): 10-19.

野村 星二 (1959). 1956～1957年日向灘における稚魚の出現及び分布状況について. 南海水研研報, (10): 48-62.

下村 敏正 (1958). 筏“日本海”による漂流調査報告. 日本海新漁場開発調査会, 137pp.

辻田 時美・近藤 正人 (1958). 東支那海のサバの生態と漁場の海洋学的研究(1). 西海水研研報, (14): 7-47.

内田 恵太郎・道津 喜衛 (1958). 対馬暖流水域の表層に現われる魚卵・稚魚概説. 対馬暖流開発調査報告書, 第2輯: 3-65.

山田 鉄雄 (1958). アジに関する研究. 対馬暖流開発調査報告書, 第4輯: 145-176.

——— (1960). 九州西海・支那東海で漁獲されるマアジの魚体組成. 長崎大学水産学部研報, (9): 112-120.

——— ・梶原 武 (1955). 九州北西海域のアジ漁業について. 対馬暖流開発調査研究報告, (1): 63-76.

横田 滝雄・三田 典子 (1958). 太平洋南区のアジ, サバ類の研究に関する緒説. 南海水研研報, (9): 1-59.

日水研年報, (6): 87-103, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6): 87-103, 1960.

対馬暖流水域におけるマアジ資源の 加入過程に関する考察

Ⅱ. 漁獲若年魚の体長組成にもとづく考察

深 滝 弘・渡 辺 和 春

Consideration on the Recruiting Process of the Jack-mackerel Population in the Tsushima Current Region

II. Consideration from the Body Length Composition of the Young Fish Caught by the Commercial Fisheries

BY

HIROSHI FUKATAKI AND KAZUHARU WATANABE

Abstract

The seasonal and regional variations in the body length composition of the commercially caught jack-mackerel, *Trachurus japonicus* (TEMMINCK et SCHLEGEL), have been analysed.

The available stock of the young jack-mackerel around Kyushu have been composed mainly of recruitment which have originated from the spawning in the early spring on the area.

On the other hand, origins of the available stock are more complicated in the Japan Sea waters. The stock have been sustained partially with the transported recruitment from the southern area, i. e. around Kyushu. But the other parts have been sustained with the spawning in the Japan Sea waters, which have been made during the period from late spring to autumn. In the recent years, the stock after the first over-wintering is suggested to have been composed mainly of the later part.

Growth at the young age of the jack-mackerel has been estimated from the seasonal change in the body length composition of the fish caught around Kyushu. The young age fish, hatched in early spring, has grown to about 13-14 cm in the body length by the end of the hatched year, and to about 18-19 cm in the end of the next year.

The authors emphasize the need of reexamination on the size of first maturity, to clarify the recruiting process of the jack-mackerel.

I. ま え が き

本稿の第 I 報において、稚魚網によつて採集されたマアジ稚仔魚の出現分布状態にもとづいて、対馬暖流

水域におけるマアジが漁獲対象資源へ加入する前の過程について考察を行った（深滝，1960）。

引続いて、この報告においては、漁獲物体長組成調査記録にもとづいて、マアジが漁獲対象資源へ加入する過程について考察した結果をのべてみたい。

報告にさきだち、材料の測定を担当された関係調査機関の方々、拙稿の御校閲をいただいた日本研所長内橋 潔博士および資料の整理・作図を援助された片桐久子・角家典子両氏に対し、それぞれ厚くお礼申し上げます。

Ⅱ．材料およびその処理方法

この報告に用いた材料の主要なものは、対馬暖流水域におけるマアジの漁獲物体長測定記録である。その他に前報に用いた稚魚網採集稚仔魚の全長測定記録をも援用した。

マアジの場合、漁獲物の体長測定に採用している体型表示項目は、調査機関または調査年次によつて、きわめて不統一である。被鱗長（ SL ）または尾叉長（ FL ）の場合が多く、ときには標準体長（ BL ）が採用されている。山田（1958）は貯蔵標本では吻端から尾鰭起点までの BL が測定しやすいとして、全長（ TL ）、 SL 、および FL と、 BL との間の転換式を求めている。この式から FL と SL との間の転換式を導いて計算してみると、 SL 、100mmおよび200mmにおける FL は、それぞれ106mmおよび210mmである。したがって20cm以下の魚体において、 SL と FL を用いた測定値の間には、1cm毎の体長階級では隣り合う程度のずれがあることになる。

この報告では材料の量的制約から、数カ年間にわたつて測定された記録を一括して取扱っている。これはひとまず経年変動という問題を考慮外において、巨視的な知見を整理し、今後の研究の進展に役立てようという意図にもとづくものである。同じ立場から前述の体型表示項目の不統一を、統一項目に換算するという手数をはぶき、直接測定値自身をそのまま用いた。

また、自然測定法（相川，1949）あるいは連続採集法（久保，1957）とよばれている方法によつて成長を追跡できる若年魚体型の上限をおさえるという意味で、体長組成のモードが200mmを超える標本群は除外して用いないこととした。

使用することのできた漁獲物体長測定記録は、九州沿海において延216群、12,524尾、日本海西区において延69群、8,944尾、日本海北区において延77群、6,278尾、総計、延362群、27,746尾である。各海域毎の月別内訳は第1図中に収録した。これらの材料が得られた期間、調査機関、担当者氏名および原記録所載資料名等は第1表に示した。日本海水域分の多くは未刊行であったので、この報告の末尾に付表として原記録を所載した。

漁獲物からの標本抽出が系統的に行われていないので、それぞれの標本群のウェイトを全く同一にして、いいかえれば、個々の標本群の測定尾数や漁獲尾数等を全く考慮することなく、各標本群毎に体長組成（％）

第 1 表 マアジ漁獲物体長測定実施要約

調 査 機 関	調 査 期 間	原資料所載誌名または調査担当者氏名
鹿 児 島・熊 本・長 崎 福 岡・山口県水試	1955, IV～1956, III	西 海 区 水 研 (1956)
鹿 児 島・熊 本・長 崎 福 岡・佐 賀・山口県水試	1956, III～1957, II	〃 (1957)
〃	1957, I～1957, XII	〃 (1959)
長 崎 県 水 試	1954, V～VII	長 崎 水 試 (1958 a)
〃	1958, IV～IX	〃 (1958 b)
〃	1958, X～1959, III	〃 (1959)

調 査 機 関	調 査 期 間	原資料所載誌名または調査担当者氏名
山 口 県 水 試	1957, VI~X	伊 藤 健 生・松 岡 弘 隆
島 根 "	1599, IV~VII	今 岡 要 二 郎・金 子 政 義
鳥 取 "	{ 1956, V~IX } { 1957, XII~XI } { 1959, IV~IX }	千 田 哲 資・前 田 勝 美・佐 野 茂 川 口 哲 夫・伊 藤 康 雄
福 井 "	{ 1954, VI } { 1955 VI~, VIII } { 1958, V~VII } { 1959, VII~VIII }	南 沢 篤・上 野 山 清
石 川 "	1951, VI~VII	内 木 幸 次
富 山 "	{ 1957, III~XII } { 1958, I }	西 野 健 雄・湯 口 能生夫
日 水 研	{ 1959, V~VI } { 1956, VI } { 1957, III~XII } { 1958, V~XII } { 1959, III~XII }	渡 辺 和 春・西 村 三 郎・笠 原 昭 吾 岡 地 伊 佐 雄
山 形 県 水 試	1956, K~X	菅 野 嘉 彦・高 橋 進

を求め、同一海区、同一月内の全標本群についてこれを単純算術平均した結果をもつて、その海区、月の体長組成とした。得られた結果は第 1 図における白いヒストグラムである。

稚魚網採集物の場合は全長組成であり、しかも第 I 報においてのべたように全数測定ではない点を充分に注意する必要がある。測定された稚仔魚のみについて、全長 5mm 階級毎の出現頻度(尾数)を同じ第 1 図に黒いヒストグラムで示した。図中の分数は、各月の全長測定尾数/全採集尾数である。

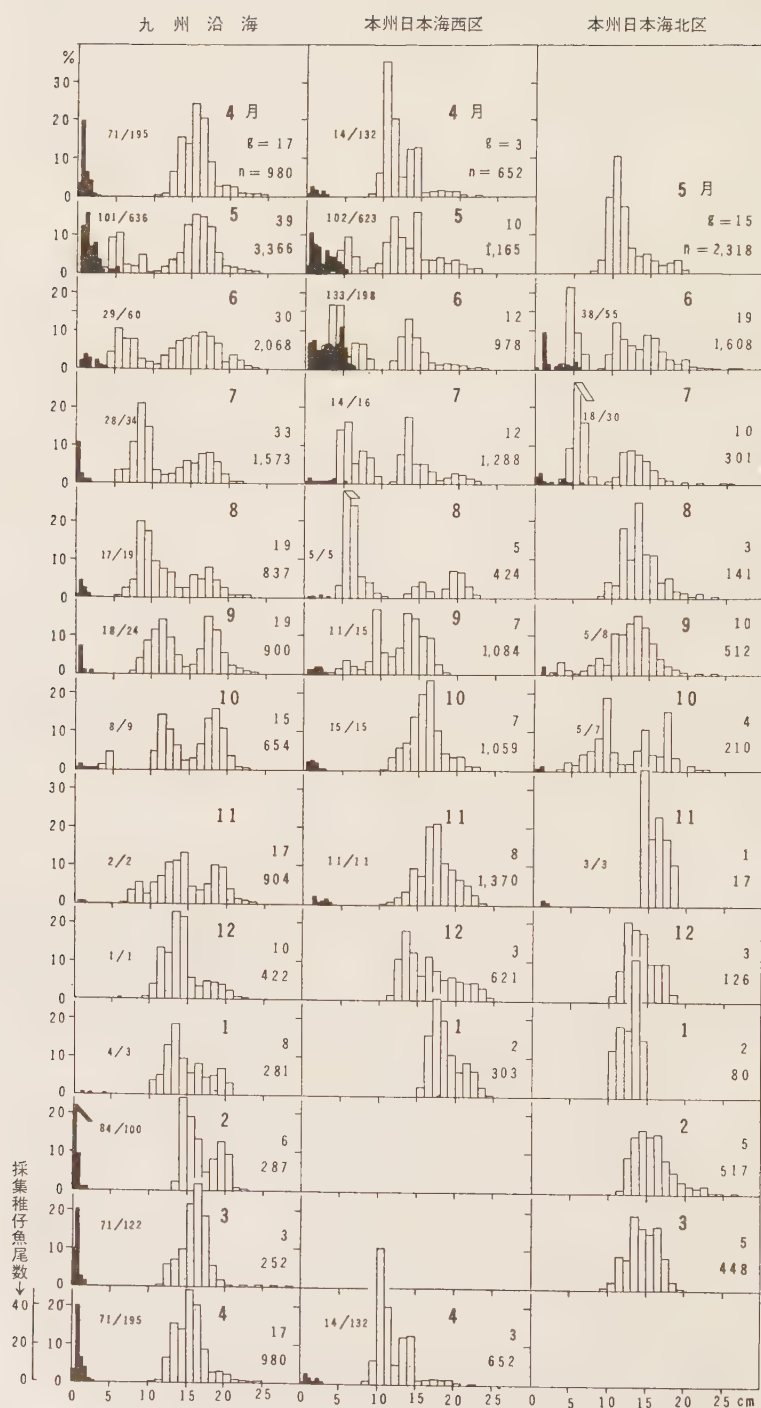
Ⅲ．成長についての検討

漁獲対象資源へ加入された若年魚体長組成の季節的推移から、その加入群の起源を追求するためには、マアジ幼期の成長に関する知見が必要である。そこでマアジの成長に関する既往の報告を検討してみよう。

マアジ魚体の硬質部にあらわれる輪紋にもとづいた年令と成長に関する研究として、相川・加藤(1938)、村上・真道(1949)、三田(1954, 1955, 1957)、山田(1957)および三淵ほか(1958)がある。これらを要約した第 2 表をみると、最近の研究結果の間にも、はなはだしいいちがいのあることがわかる。詳細に各

第 2 表 マアジ硬質部に現われる輪形成時の計算体長(mm)

	形質	形成期	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6
1 輪形成	相川・加藤(1938)推骨	?	100	140	180	220	260	
	村上・真道(1949)鱗	冬?	140~150 145	180~190 185	220	280	310 ³⁾ 345	350
	三淵ほか(1958)耳石	7~8月	105~122	189~198	253~263	299		
2 輪形成	三 田(1954)鱗	7;12月	77	100	150	193	230	
	" (1955) "	" "		96	149	193	230	
	" (1957) "	夏;冬	55	95	129	159	186	210 230 260
	山 田(1957)耳石	?	150~200	160~210	180~260			
			l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6
							l_7	l_8



第 1 図 マアジ若年魚（白）および稚仔魚（黒）体長組成

報告に検討を加えたところでは、三淵ほかの研究が、耳石に現われる年令標示の個体内相似性および個体間対応性の検討、輪径測定値の標準化、辺端成長割合の分析——標示形成時期の推定等の手堅い手続を経て到達した結論であるだけに、最も説得力に欠けていないが、得られた結論を実際の体長組成に対応させてみると、少し成長がよすぎるようである。(本報告末尾の追記参照)。

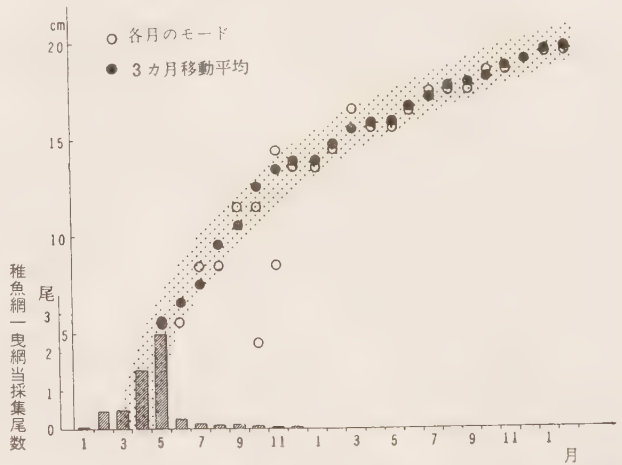
一方、体長組成の季節的推移から成長を推定しようと試みたものには、村上・真道(1949)、塚原ほか(1955)、山田・梶原(1955)、堀田・田村(1957)、横田・三田(1958)、山田(1958)等がある。

第1図の九州沿海における漁獲物体長組成をみると、5月から翌春2月までは双峯の体長群が認められる。3～4月の単峯の体長群は、この2つの体長群をつないでいるように思われる。したがって5月から翌々年2月までの間に一連の体長群を追跡することが可能である。

第2図は、九州沿海の各体長群のモードを第1図からよみとってプロットし、一見して不連続の程度のはなはだしい秋の2点を除いた他の一連の各点について3ヵ月間の移動平均を求めた結果である。

この図から想定されるマアジ若年魚の成長傾向は、発生当年末において体長13～14cm、翌年6月において16～17cm、その年末において18～19cmである。この推定と自然測定法によるマアジの成長に関する既往の報告とを比較した結果が第3表である。既往の報告中、筆者らの推定と比較的近い値を示すものが少ない。

ここで再び輪紋形成時の計算体長(第2表)にたちかえつて、筆者らの推定に近い値を示すものを強いて求めると、村上・真道および三田の中間報告(1954, 1955)をあげるこ



第2図 九州沿海におけるマアジ若年魚体長組成モードの推移

結局、マアジの成長に関する研究は不充分であつて、矛盾のない結論はまだ得られていない。ここでは対

第3表 マアジ体長組成モードの季節的推移にもとづく成長の追跡(mm)

年 月	発生当年			+ 1 年			+ 2 年			+ 3 年			+ 4 年			+ 5 年
	IV VI	VII IX	X XII	I III	IV VI	VII IX	X XII	I II	III VI	XII	I II	III VI	XII	III VI	XII	XII
村上・真道(1949)			140				185		225		260		295		330	
塚原ほか(1955) {		100	165	(II～IV月発生群)												
		80	110	(V～VII月発生群)												
山田・梶原(1955)					160～			240～			300～		350～			
					200			270			340		380			
					(180)			(260)			(320)		(370)			
堀田・田村(1957)	55～ 75	95～ 105	135	135～ 145	155～ 165	165～										
横田・三田(1958)	45～ 95	75～ 115	90～ 125	145～ 150	155～ 160	170～ 175										
山 田(1958) {				130				240	(B L)							
				150				270	320 … (F L)							
深滝・渡辺(1960)	55～ 65	75～ 105	125～ 135	135～ 155	155～ 165	170～ 180	180～ 185	195								

馬駿流水域に面した九州沿海におけるマアジ若年魚の体長組成の季節的推移と、黒潮水域に面した九州および四国沿海におけるそれとが、比較的近似しているという事実(堀田・田村, 1957; 横田・三田, 1958)を重視して、第2図における曲帯がマアジ若年魚の成長傾向を示すものであるという前提を置いて、今後の推論を進めてゆくことにする。

Ⅳ. 九州沿海における加入

第1図によれば、当年発生に由来すると推定される幼魚が、九州沿海における漁獲対象資源へ加入するのは5月以降である。この魚群は成長しながら、その後も引続いて加入を続け、九州沿海における主要な漁獲対象群を構成するものと推定される。

第2図において、不連続の程度が甚だしいという理由から、前述の成長傾向追跡の際に除外した2点は、秋に始めて漁獲対象資源へ加入する幼魚群が存在すること、いいかえれば、盛期以後の産卵に由来するマアジの加入群も存在することを示している。しかしこの群の成長したものと推定される体長群の出現は、発生当年の秋以後、殆んど明らかではなく、春に加入した幼魚群の場合と全く対照的である。したがって、九州沿海における漁獲対象群の主要な部分は、春に始めて加入される幼魚群に連なる体長群によつて構成されているものと推定される。

前述のとおり、第2図における曲帯がこの主要な漁獲対象群の成長傾向を表現しているという前提を置いて考えると、この曲帯と第2図の横軸との交差部分は、主要加入群の起源となる産卵期を示すわけである。第2図最下段のヒストグラムは、九州沿海における稚魚網一曳網当り平均採集尾数を相対的に表わしたものであつて、第1報において考察した九州沿海における産卵盛期がこの主要加入群の起源に相当することを示唆している。

山田(1958)は、東海における12~2月の産卵を重視し、これが日本近海の洄游マアジ資源の主要な起源であると考察し、体長群モードを追跡する曲帯の起点を12~2月に結びつけている。したがって発生当初の成長は第2図の場合に比較してかなりゆるやかなものになっている。しかし、横田・三田(1958)がマアジ稚魚の日成長を追跡して、20mmから40mmまでに20日間(平均日成長 1.0mm)、40mmから70mmまでに60日間(平均日成長 0.5mm)を、それぞれ要すると推定していることからみても、山田(1958)の行つた発生当初の成長および主要加入群の起源に関する推定には再検討が必要と思われる。*

結局、筆者らは、九州沿海におけるマアジの主要な漁獲対象群は、春3~5月頃九州沿海で行われる産卵に由来するものによつて、ほぼ単一的に構成されており、12~2月に行われるという東海の産卵および、盛期以後の後続的産卵に由来する魚群の加入は、余り大きな役割を果たしていないものと考えている。

Ⅳ. 日本海水域における加入

第1図から日本海水域における漁獲対象資源へ幼魚が加入し始める時期を求めると、西区において5月、北区において6月である。九州沿海の場合、5~6月と10月にのみ体長モード5~6cmの幼魚群が漁獲されているが、西区においては5~9月、北区においては6~7月および9~10月にほぼ同じ体型の幼魚群が漁獲されている点が注目される。

第2図と同じ方法で作図した日本海西区および北区における体長組成モードの季節的推移は第3図のとおりである。作図にあつて、個々のモードを発生当年に帰属すべきか、あるいはその翌年に帰属すべきかをふるいわけるとき、恣意的に流れることを防ぐために、第2図で想定された九州沿海における成長帯を採用した、なぜならば、第I報において明らかにした如く、日本海水域における産卵期は九州沿海のそれよりもおそく、したがって、日本海水域内の産卵に由来する魚群は勿論、九州沿海から移送される魚群もまた、この曲帯で示される体型より大型であることは原則的にあり得ないからである。

第3図をみると、両区とも九州沿海の場合とは大いに異なり、プロットした各点を一連の曲帯で結ぶこと

* 神谷(1916)によれば、マアジは孵化後1昼夜半で体長2.84mm、4昼夜で後期稚魚となり体長3.0mmに達する。3mmから20mmに達するに要する期間が2ヵ月以上であるとは常識的には考えられない。

は不可能に近いほど拡散している。

日本海水域における体長測定標本が九州沿海の場合に比較して普遍的に得られていない（第1図中の各月の標本群数および測定尾数参照）ことも、このような拡散を助長している一因であろうが、すべての原因をそれに帰することは妥当ではない。

両海域におけるマアジの成長傾向に大きな差はないものと仮定すると、この現象は、むしろ、マアジ若年魚群の構成が両海域で相違しているという事実を反映しているものと考えられる。

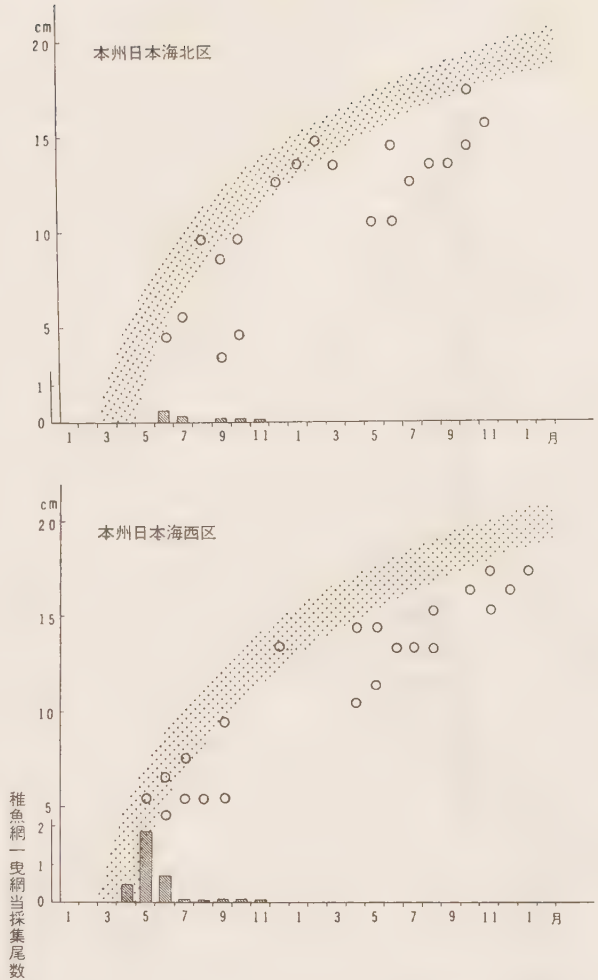
すなわち、九州沿海の若年マアジ群は春期の海域内産卵に由来する自給加入群によつて、ほぼ単一的に構成されているのに対し、日本海水域内においては、九州沿海よりおこなれて行われる海域内産卵に由来する魚群が加入する他に、九州沿海から移送される幼稚魚群もまた加入する結果、複合された魚群構成となり、第3図にみられるようなモードの拡散現象がひきおこされているのである。

体長モード5cm内外の幼魚群が漁獲対象となつている期間をみると（第1図）、九州沿海が5～6月に限られているのに対し、日本海西区では5～9月、北区では6～7月と9～10月と比較的長期にわたつている事實は、その後の体長組成にも影響を与えているものと考えられる。

南からマアジ幼稚魚が移送される時期は、あたかも対馬暖流の増勢期にあたつている。加うるにこの期間のマアジ稚仔はまだプランクトニックな生態を示している時代であるから、前述の想定は無理のない説明である（深滝, 1960）。事実、第3図においても、九州沿海の主要な加入群と同一の起源をもつと思われる体型群一成長曲帯上にプロットされる一も認められている。

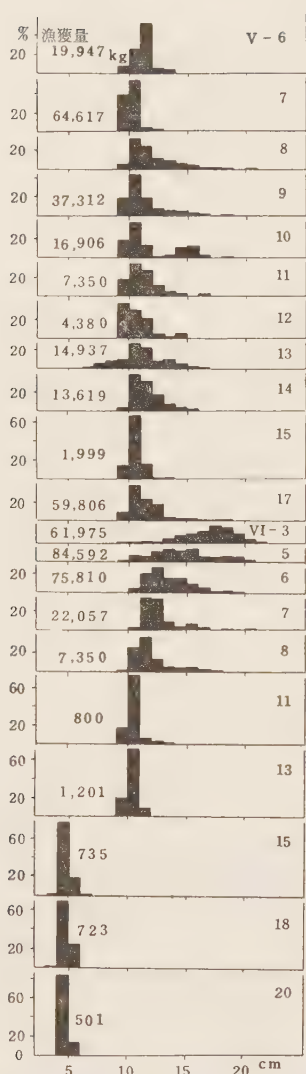
一方、北方海域における産卵を起源とする魚群が、九州沿海水域へ移送ないしは洄游することの起り得る機会は、マアジの分布北限域が最も南縮する越冬期を中心とした期間であろうが、このときすでにマアジ幼魚は体長10cm以上に成長しており、底棲に近い状態で越冬をしているので*、表層生活期である春の場合に比較すると、棲息環境である周囲の海水の流動自身も小さく、したがつて大きな混合は行われにくいものと考えられる。

日本海水域内のマアジ若年魚構成の多様さを示す一例として、富山湾内新湊において、1959年5月6日～17日および6月3～20日の期間中、定置網に人網したマアジ若年魚の体長測定を、筆者の一人渡辺らが連続



第3図 日本海水域におけるマアジ若年魚体長組成モードの追跡

* 川崎 (1959) は、マアジの相対成長の分析にもつて、体長10cm前後で大きな生理的、生態的变化が起り、流れに対して受身の立場から、流れに抗して遊泳できる立場に変わるものと考察している。



第4図 富山湾内定置網に入網したマアジ若年魚体長組成の日変動 (1959年, 新湊)

的に行つた結果を第4図に示した。

この期間中、明らかに3つ以上の体長群が現われている。5月には体長モード10cm内外の魚群が連続的に漁獲され、その間に時々15cm内外の魚群が出現している。6月には体長モードの変動が激しく、月央以後には4〜5cmにモードのある幼魚群のみとなつてゐる。以上の3群のモード間の差は約5cm前後であつて、さきに検討を加えた成長傾向からみて、それぞれの発生時期に1年間のタイム・ラグをおくことのできる魚群とは考えられない。最もおくれて出現した最小体型群は、当年発生群に属し、しかもこの水域よりは南の水域で行われた産卵に由来するものであろう。測定期間中当初から比較的安定した出現を示した中間体型群は、前年のおそい産卵期の発生に由来するものであり、大型群は前年の産卵盛期ないしは初期の発生に由来する満1年群であらう。いかえれば中間体型群は日本海水域内の自給加入群、大型群は南方水域からの移送加入群にそれぞれ属するものであろう。

出現3体型群中の中・大型群は富山湾または、その近海における越冬群と推定して大きな誤りはないものと考えられるが、第4図に記入した日別漁獲重量によつて明らかな如く、少くとも富山湾附近における1958→59年越冬主群は中間体型群すなわち海域内自給群であつた公算が大である。

漁獲物体長組成調査が組織的に行われていなかったので、日本海水域内におけるマアジ若年魚を構成している移送加入群と自給加入群の相対的比重やその経年的変化を実証することはできない。1958→59年の越冬期に富山湾附近でみられた事実が特異現象ではなく、最近における普遍的なものであるとすれば、近年における日本海水域越冬主群は自給加入群であることになる。これは主要な産卵場が九州沿海であり、そこから稚仔魚時代に移送が行われるという推定(深滝, 1960)と一見矛盾する。

しかし、南から日本海内に移送され漁獲対象資源へ加入される稚仔幼魚が少なくないものとしても、それが1回越冬を経たのちの魚群構成にそのまま反映されるとは限らない。日本海水域内に出現する稚仔魚全長組成の季節的推移(第1図)から判断すると、産卵場の北遷よりも、稚仔魚分布域の北上が、いくぶん速いのではないかと推定される。夏季分布の北限域附近まで移送された幼稚魚が、分布の南縮期によく生残つて、日本海本州沿岸帯の越冬群になり得るとは限らない。日本海北部海域で強流帯として収斂される対馬暖流中

の稚仔魚や幼魚は、各年の海況によつて、沿海州より、北海道西岸より、あるいは津軽海峡を通過して太平洋北部海域へ運ばれ、分布の南縮期に死亡したり、あるいは再び日本海水域へ入りこまない等の仮説が考えられるが、現在のところ実証できる知見は全くない。マアジに限らず亜熱帯性および温帯性魚類が日本海水域へ出入する機構および海域内で越冬する機構を、海洋構造の動態との関連において究明することは、重要にしてかつ興味のある問題である。

結局、日本海水域におけるマアジの漁獲対象資源は、九州沿海の場合と異なり、南からの移送加入群と海域内自給加入群との複合群によつて構成されており、発生当年においては前者が相当の比重を占めてゐるが、越冬期を経たのちの後者に由来すると思われる魚群が大きな比重を占めているものと推定される。第I報においてのべたように、近年、日本海水域におけるマアジ若年魚の漁獲がとくに激増しているが、これは

日本海西部水域における産卵が、日本近海におけるマアジ資源の再生産の上に果たしている役割の増大しつつあることを示唆している。

Ⅵ. 最小成熟体型（年令）再検討の必要

ここで、マアジ資源の加入機構を考察する場合に重要な要素となる最小成熟体型（年令）について、異った見解のあることを指摘しておく必要がある。

横田・三田（1958）および三淵ほか（1958）は、最小成熟体型を、それぞれ体長22cmおよび24.9cmとしている。前述の成長に関する考察によれば、2年魚以上のマアジが産卵親魚群を構成することになる。

一方、川崎（1959）は、最小成熟体型を14cmであるとしている。これは1年魚からすでに産卵親魚群に加入するものがあることを意味している。また、長崎水試（1959）によれば、五島灘において1月下旬に漁獲された平均体長17.5cm（体長範囲13.5～20.5cm）の標本群中の雌で、放卵中または放卵後と推定されるもの4尾を観察しており、0年魚でさえ熟卵をもつものが、しばしば見うけられるという同地方の漁業者の報告に疑問を寄せながらも、若年マアジの生殖腺が周期的に発達するものと考察している。したがって、マアジの最小成熟年令に関する既往の見解の間には完全に1年のぐいちがいがある。

2年魚以上の高年魚の漁獲は九州沿海や東海に多く、日本海水域内ではごく稀である。そのため、近年激増した日本海水域内における若年マアジ群も、主に南方水域での産卵に由来する加入群によつて維持されているとか、或いはまた、日本海水域内には漁獲の対象にはならない高年マアジ群が潜在しているという想定が浮かれてきた。前者の想定が必ずしも妥当ではないことは、この報告で明らかにしてきたところである。後者の想定も、成熟年令を1年魚からとするのが正しいのであれば、一部分修正する必要がある。すなわち、日本海水域内の産卵親魚群を強いて潜在的な資源のみに求める必要はなくなり、海域内産卵による自給加入の可能性は増大する。そして若年魚が激増しているにもかかわらず、親魚群がごく稀にして漁獲されないという矛盾の一面*は解消する。

したがって、マアジの加入過程に関する考察を進めるためには、最小成熟年令を早急に再検討することが必要なのである。

引用文献

- 相川 広 秋（1949）. 水産資源学総論. 産業図書, 545pp.
- ・加藤 益 男（1938）. 魚類の年令査定（予報Ⅱ）. 日水誌, 7(2): 89-95.
- 深 滝 弘（1959）. 対馬暖流水域におけるサンマ卵・稚仔の出現・分布. 日水研研報, (7): 17-42.
- 堀 田 秀 之・田 村 正（1957）. 徳島近海に於けるマアジの漁獲状況. 魚類学雑誌, 6(3): 65-70.
- 神 谷 尚 志（1916）. 館山湾に於ける浮游性魚卵並に其稚児. 水講試報, 11(5): 1-92.
- 川 崎 健（1959）. マアジの生態についての基礎的研究. 東北水研研報, (13): 95-107.
- 久保伊津雄・吉 原 友 吉（1957）. 水産資源学. 共立出版, 345pp.
- 三 淵 英 弘・岸 本 源 治・塩 見 元 晶・相川広秋（1958）. マアジの年令・成長および成熟. 対馬暖流開発調査報告書, 第4輯: 133-144.
- 三 田 典 子（1954）. マアジ, ムロアジ類の体長組成について（予報）. 昭和28年度南海区イワシ資源調査報告, (I): 24-29. (謄写)
- （1955）. アジ科魚類の生長について. 南海区イワシ資源調査中間報告書（昭和29年）, 別冊: 2-6. (謄写)
- （1957）. アジ科魚類の年令査定と成長について. 南海区水研研報, (5): 19-37.
- 村 上 子 郎・真 道 重 明（1949）. 天草周辺に於ける資源学的研究—Ⅴ. マアジの年令に関する研究. 日水誌, 15(4): 155-157.
- 長崎県水産試験場（1958 a）. サバ・アジ・イカ・サンマの水揚げと魚体調査. 長崎水試資料, (135).
- （1958 b）. 五島灘並びにその周辺調査, 第31号. 長崎水試資料, (146).
- （1959）. 昭和33年10月～34年3月魚体調査の概要（その二）. アジ魚体調査. 長崎水試資料, (156): 10-19.

* この矛盾の他の一面は、若年魚が増大すれば、その生残りによつて、高年魚もまた増大しているはずなのに、少くとも漁獲の上にはそれが反映されていないということである。この原因はマアジの生態が高年になると極端に変化するか、或いはまた高年魚の全死に（自然死亡+漁獲死亡）が極端に高いか、そのいずれかであると考えられる。

- 西海区水産研究所 (1956). 九州西海域で漁獲されたアジの体長組成 (昭和30年4月～昭和31年3月).
----- (1957). 九州西海域で漁獲されたサバ及びアジの体長組成 (昭和30年—31年). 沿岸
漁業重要資源調査資料.
----- (1958). 鯖類・マアジ・カタグチイワシ・スルメイカの標本体長組成およびその考
察 (昭和32年). 沿岸漁業重要資源資料.
塚原 博・塩川 司・本田輝雄 (1955). 天草西海岸のマアジ・ゴマサバの生長について. 対馬
暖流調査研究報告, (2): 68-74.
山田鉄雄 (1957). マアジの廻游について及び耳石による年令推定について. 対馬暖流開発調査第5
回シンポジウム発表論文, 33-44.
山田鉄雄 (1958). アジに関する研究. 対馬暖流開発調査報告書, 第4輯: 145-176.
山田鉄雄・梶原 武 (1955). 九州西海マアジの漁期・漁場の特徴・体長組成・若年魚の漁獲優位
性について. 対馬暖流開発調査第3回シンポジウム発表論文: 67-78.
横田滝雄・三田典子 (1958). 太平洋南区のアジ・サバ類の研究に関する緒説. 南海水研研報, (9):
1-59.

【追記】

本報告脱稿後、南海区水産研究所延岡支所長、横田滝雄氏から、最近東支那海で漁獲されたマアジについて年令査定を行つた結果から得た結論として、 $l_1=90\sim 123\text{mm}$, $l_2=172\sim 197\text{mm}$, $l_3=234\sim 260\text{mm}$, $l_4=280\sim 311\text{mm}$, $l_5=326\sim 338\text{mm}$ (不確定), との連絡 (1961年2月16日付来信) をうけた。この場合の l は FL であり、各輪の中間にさらに輪らしいものがみられるという。使用された形質や輪形成時期等は不明であるが、形成時期を冬とすればこの計算体長 l_1, l_2 は筆者らの成長に関する推定と近似している。

年	58	"	"	"	59	"	"	"	55	"	"	57	58	"
月 ; 日	VI. 10	23	25	"	5	25	29	VII 月	1	18	22	30	13	13
調 查 地	敦 賀	福 井 県	敦 賀	"	境	"	"		福 井 県	"	"	境	敦 賀	"
漁 業 種 類	定 置	巾 着	"	"	"	"	"		定 置	"	"	巾 着	"	定 置
測 定 尾 数	104	120	100	22	129	132	120		15	12	40	101	82	64
2cm ~	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	2
4	-	-	1	-	-	-	-		8	7	19	-	-	6
5	4	-	11	-	-	-	-		6	5	16	-	-	46
6	25	-	56	-	-	-	-		1	-	4	-	18	10
7	50	-	27	-	-	-	-		-	-	1	-	52	-
8	25	-	5	-	-	-	-		-	-	-	-	11	-
9	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	1	-
10	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	5	1	-		-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	1	42	27	-		-	-	-	15	-	-
13	-	-	-	13	33	40	-		-	-	-	58	-	-
14	-	-	-	2	41	39	-		-	-	-	25	-	-
15	-	-	-	3	6	20	-		-	-	-	3	-	-
16	-	-	-	2	-	3	-		-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	1	1	2	10		-	-	-	-	-	-
18	-	2	-	-	1	-	14		-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	30		-	-	-	-	-	-
20	-	2	-	-	-	-	40		-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	19		-	-	-	-	-	-
22	-	8	-	-	-	-	7		-	-	-	-	-	-
23	-	12	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
24	-	17	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
25	-	29	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
26	-	15	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
27	-	24	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
28	-	4	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
29	-	7	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-

年	59	"	"	"	"	"	"	55	"	"	56	59	
月 ; 日	VII. 6	16	21	27	27	29	VIII 月	6	6	20	2	6	IX 月
調 查 地	境	"	浜 田	敦 賀	"	浜 田		福 井 県	"	"	境	敦 賀	
漁 業 種 類	巾 着	"	和 巾	深 瀬	"	和 巾		定 置	"	"	巾 着	深 瀬	
測 定 尾 数	53	109	383	81	120	228		40	40	19	213	112	
2cm ~	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	
3	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	
4	-	-	-	-	-	-		3	3	-	-	-	
5	-	-	-	-	-	-		12	20	15	-	-	
6	-	-	1	5	-	-		23	17	4	2	-	
7	-	-	39	23	-	-		2	-	-	49	-	
8	-	-	70	40	-	-		-	-	-	42	-	
9	-	-	12	13	-	-		-	-	-	11	-	
10	-	-	1	-	-	-		-	-	-	2	-	
11	-	-	-	-	3	1		-	-	-	-	-	
12	-	-	128	-	20	55		-	-	-	-	-	
13	-	-	96	-	69	160		-	-	-	11	-	
14	-	-	36	-	28	9		-	-	-	32	-	
15	30	-	-	-	-	3		-	-	1	44	-	
16	19	1	-	-	-	-		-	-	-	17	-	
17	2	6	-	-	-	-		-	-	-	2	1	
18	2	14	-	-	-	-		-	-	-	1	13	
19	-	35	-	-	-	-		-	-	-	-	39	
20	-	30	-	-	-	-		-	-	-	-	38	
21	-	16	-	-	-	-		-	-	-	-	16	
22	-	7	-	-	-	-		-	-	-	-	5	
23	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	
24	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	

年	56	57	"	59	"	"	"		57	"	59	"	"	"
月 ; 日	X.29	6	14	5	15	22	30	X 月	21	25	1	1	22	25
調 查 地	境	"	"	"	"	浜 田	"		境	"	福 井 県	"	浜 田	境
漁 業 種 類	巾 着	"	"	"	"	和 巾	"		巾 着	"	深 瀬	"	和 巾	巾 着
測 定 尾 数	157	94	109	131	186	219	188		99	214	131	123	162	111
2cm ~	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
3	4	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
4	16	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
5	41	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
6	22	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
7	13	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
8	10	-	3	-	30	-	-		-	-	-	-	-	-
9	16	-	89	-	50	-	-		-	-	-	-	-	-
10	10	-	15	-	12	32	-		1	1	-	-	-	-
11	6	1	-	1	4	52	-		4	14	16	-	-	3
12	5	13	-	3	19	41	1		14	18	18	-	-	6
13	4	28	-	40	58	39	-		16	14	23	-	-	12
14	5	35	-	55	13	24	2		14	26	43	-	3	43
15	4	-	-	24	-	26	35		21	41	22	-	44	39
16	1	-	-	7	-	5	113		21	57	7	2	86	8
17	-	-	1	1	-	-	34		8	39	2	7	29	-
18	-	-	1	-	-	-	3		-	4	-	32	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	27	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	33	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	11	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	11	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-

年	59		57	59	"	"	"	"	"	"		57	59	"
月 ; 日	X.31	XI 月	22	5	7	7	16	18	19	30	XII 月	17	6	19
調 查 地	浜 田		境	"	浜 田	福 井 県	境	浜 田	境	浜 田		境	"	浜 田
漁 業 種 類	和 巾		巾 着	"	和 巾	深 瀬	巾 着	巾 着	巾 着	和 巾		巾 着	"	和 巾
測 定 尾 数	219		110	204	187	110	256	169	135	199		93	270	258
2cm ~	-		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
3	-		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
4	-		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
5	-		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
6	-		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
7	-		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
8	-		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
9	-		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
10	-		-	2	-	-	1	-	-	-		-	-	-
11	-		-	4	-	-	8	-	1	2		3	-	4
12	-		1	5	-	-	19	-	2	7		22	-	24
13	-		2	12	-	10	10	-	4	6		33	-	51
14	-		-	43	-	50	13	2	5	3		20	-	43
15	45		1	30	4	23	15	6	11	3		9	2	23
16	114		3	8	115	14	48	46	25	37		6	1	73
17	52		2	9	62	13	37	81	26	74		-	24	39
18	8		17	15	6	-	25	30	17	42		-	42	1
19	-		38	28	-	-	16	4	12	15		-	51	-
20	-		22	28	-	-	17	-	15	4		-	40	-
21	-		21	14	-	-	30	-	5	-		-	37	-
22	-		3	6	-	-	13	-	10	3		-	38	-
23	-		-	-	-	-	4	-	2	2		-	26	-
24	-		-	-	-	-	-	-	-	-		-	8	-
25	-		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
26	-		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
27	-		-	-	-	-	-	-	-	1		-	-	-
28	-		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
29	-		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-

マアジ漁獲物体長測定記録〔日本海北区〕

年		58	"	59	60	"	"	"	"	57	"	59	"	
月 ; 日	I 月	24日	31	II 月	27	1	2	17	29	III 月	7	24	28	"
調 査 地 類		新 湊	"	?	新 湊	"	"	"	"		新 湊	新 湊	"	"
漁 業 種 類		定 置	"		市 着	"	"	"	"		定 置	市 着	"	"
測 定 尾 数		40	40		92	50	152	101	122		40	108	67	91
5cm ~		-	-		-	-	-	-	-		-	-	-	-
6		-	-		-	-	-	-	-		-	-	-	-
7		-	-		-	-	-	-	-		-	-	-	-
8		-	-		-	-	-	-	-		-	-	-	-
9		-	-		-	-	-	-	-		-	-	3	-
10		-	10		-	-	-	-	-		-	-	5	3
11		-	15		4	-	2	-	-		-	-	17	18
12		4	10		12	2	48	-	-		2	-	3	28
13		26	3		10	12	58	2	-		25	8	8	15
14		10	2		18	15	35	11	2		12	28	5	17
15		-	-		7	15	7	28	7		1	42	7	5
16		-	-		15	6	2	39	13		-	23	8	4
17		-	-		11	-	-	15	23		-	7	8	1
18		-	-		8	-	-	5	20		-	-	2	-
19		-	-		5	-	-	1	13		-	-	1	-
20		-	-		1	-	-	-	12		-	-	-	-
21		-	-		-	-	-	-	12		-	-	-	-
22		-	-		1	-	-	-	13		-	-	-	-
23		-	-		-	-	-	-	3		-	-	-	-
24		-	-		-	-	-	-	3		-	-	-	-
25		-	-		-	-	-	-	-		-	-	-	-
26		-	-		-	-	-	-	1		-	-	-	-
27		-	-		-	-	-	-	-		-	-	-	-
28		-	-		-	-	-	-	-		-	-	-	-
29		-	-		-	-	-	-	-		-	-	-	-

年		60	55	57	57	59	"	"	"	"	"	"	"	"
月 ; 日	III. 2	V 月	?	14	29	6	7	8	9	9	10	11	12	13
調 査 地 類	新 湊	新 湊	新 湊	新 湊	新 湊	新 湊	"	"	"	新 湊	新 湊	"	"	"
漁 業 種 類	市 着	市 着	"	定 置	定 置	定 置	"	"	"	市 着	定 置	"	"	"
測 定 尾 数	142	57	40	40	58	97	392	285	100	296	108	70	179	
2cm ~	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
8	-	-	7	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
9	-	-	23	24	5	38	19	50	-	55	19	26	18	
10	-	-	9	4	15	53	129	124	-	110	37	21	49	
11	-	-	-	3	31	4	99	53	-	39	30	15	40	
12	-	-	1	-	4	2	47	20	8	4	12	3	15	
13	-	-	-	-	3	-	38	13	13	8	5	1	17	
14	-	-	-	-	-	-	29	12	32	34	3	4	9	
15	24	-	-	-	-	-	21	6	21	37	-	-	4	
16	66	1	-	-	-	-	2	5	21	7	2	-	1	
17	36	11	-	-	-	-	4	-	3	-	-	-	-	
18	14	14	-	-	-	-	3	1	1	1	-	-	-	
19	2	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
20	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	
21	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
25	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
26	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
27	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
28	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

年	59	"	"		51	"	"	"	56	57	58	"	59	"
月 ; 日	V. 14	15	17	VI 月	25	26	27	29	27	25	23	"	3	5
調 查 地	新 湊	"	"		能 登 藤 波	"	"	"	新 湊	"	"	"	新 湊	"
漁 業 種 類	定 置	"	"		定 置	"	"	"	巾 着	"	"	"	定 置	"
測 定 尾 数	278	67	289		6	6	5	6	33	10	99	64	239	245
2cm ~	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-		4	4	1	1	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-		1	2	2	2	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-		-	-	2	2	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	10	10	26		-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
10	103	44	107		-	-	-	1	-	-	-	-	2	19
11	83	11	67		-	-	-	-	-	-	-	-	6	18
12	47	1	51		-	-	-	-	-	-	6	-	6	29
13	22	1	12		-	-	-	-	2	-	30	12	14	35
14	9	-	10		-	-	-	-	11	2	32	22	20	34
15	3	-	9		-	-	-	-	9	3	19	18	26	36
16	1	-	2		-	-	-	-	7	2	2	4	31	18
17	-	-	2		-	-	-	-	2	1	1	-	47	15
18	-	-	3		-	-	-	-	1	-	1	-	42	17
19	-	-	-		-	-	-	-	1	2	-	3	28	16
20	-	-	-		-	-	-	-	-	-	1	1	11	7
21	-	-	-		-	-	-	-	-	-	1	2	4	-
22	-	-	-		-	-	-	-	-	-	3	-	1	-
23	-	-	-		-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
24	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
26	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-		-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
28	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

年	59	"	"	"	"	"	"	"	"		51	"	"	"
月 ; 日	VI. 6	7	8	11	13	13	15	18	20	VII 月	1	3	4	5
調 查 地	新 湊	"	"	"	"	"	"	"	"		能 登 藤 波	"	"	"
漁 業 種 類	定 置	"	"	"	"	"	"	"	"		"	"	"	"
測 定 尾 数	238	119	91	86	39	91	63	86	82		8	7	7	6
2cm ~	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	1	2	-		1	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	49	61	70		4	2	1	-
5	-	-	-	-	-	-	12	22	12		3	5	3	3
6	-	-	-	-	-	-	1	1	-		-	-	-	2
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	1
8	-	-	-	-	1	-	-	-	-		-	-	-	-
9	-	-	1	14	13	18	-	-	-		-	-	-	-
10	10	4	24	62	10	65	-	-	-		-	-	-	-
11	48	42	34	6	11	8	-	-	-		-	-	-	-
12	63	41	14	3	4	-	-	-	-		-	-	-	-
13	34	12	5	1	-	-	-	-	-		-	-	-	-
14	35	5	4	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
15	22	9	5	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
16	13	4	3	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
17	7	-	1	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
18	4	1	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
19	2	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
20	-	1	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-

年	51	"	57	58	"	"		55	57	58	59		56	"
月 ; 日	VII. 21	25	15	16	17	26	VIII 月	?	5	17	12	IX 月	6	22
調査地	宇出津	"	新湊	新湊	新湊	"	"	新湊	新湊	新湊	"	"	加茂	"
漁業種類	定置	"	"	巾着	"	"	"	巾着	定置	巾着	"	"	巾着	"
測定尾数	13	20	40	87	49	64		57	40	29	72		23	30
2cm ~	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-		2	-
3	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-		6	2
4	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-		2	2
5	7	12	-	-	-	-		-	-	-	-		-	1
6	6	8	-	-	-	-		-	-	-	-		2	1
7	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-		4	3
8	-	-	-	-	-	-		-	1	-	-		3	3
9	-	-	-	-	3	-		-	5	-	-		1	3
10	-	-	3	-	5	-		-	4	-	-		-	-
11	-	-	21	-	13	2		1	22	-	-		-	-
12	-	-	14	1	6	26		1	8	3	-		1	-
13	-	-	2	11	2	36		-	-	19	7		1	-
14	-	-	-	45	5	-		-	-	6	10		1	1
15	-	-	-	21	6	-		-	-	1	22		-	4
16	-	-	-	6	4	-		2	-	-	9		-	8
17	-	-	-	1	4	-		3	-	-	12		-	2
18	-	-	-	-	-	-		6	-	-	4		-	-
19	-	-	-	1	1	-		7	-	-	3		-	-
20	-	-	-	-	-	-		3	-	-	1		-	-
21	-	-	-	1	-	-		12	-	-	3		-	-
22	-	-	-	-	-	-		17	-	-	-		-	-
23	-	-	-	-	-	-		2	-	-	1		-	-
24	-	-	-	-	-	-		2	-	-	-		-	-
25	-	-	-	-	-	-		1	-	-	-		-	-
26	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-	-
27	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-	-
28	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-	-
29	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-	-

年	57	"	"	59	"	"	"	"		56	57	59	"	
月 ; 日	IX. 3	13	26	9	10	14	24	29	X 月	29	4	1	"	
調査地	新湊	"	"	新湊	"	"	"	"	"	加茂	新湊	新湊	"	
漁業種類	定置	"	"	巾着	"	"	"	"	"	巾着	定置	巾着	"	
測定尾数	40	40	40	61	88	66	65	59		60	40	70	41	
2cm ~	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	
3	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	2	-	
4	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	7	-	
5	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	4	-	
6	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	12	-	
7	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	15	-	
8	-	-	9	-	-	-	-	-		1	7	11	-	
9	-	1	4	-	-	-	-	-		1	24	10	-	
10	9	19	16	-	-	-	-	-		2	7	-	-	
11	11	15	9	2	-	12	-	-		2	2	-	-	
12	11	5	2	13	5	36	1	2		5	-	-	-	
13	9	-	-	22	20	14	10	18		14	-	-	-	
14	-	-	-	13	14	3	27	20		24	-	-	2	
15	-	-	-	9	15	1	15	9		9	-	-	1	
16	-	-	-	2	4	-	-	5		1	-	-	6	
17	-	-	-	-	10	-	2	2		1	-	-	25	
18	-	-	-	-	11	-	1	2		-	-	-	6	
19	-	-	-	-	7	-	-	1		-	-	-	1	
20	-	-	-	-	1	-	1	-		-	-	5	-	
21	-	-	-	-	1	-	2	-		-	-	1	-	
22	-	-	-	-	-	-	2	-		-	-	2	-	
23	-	-	-	-	-	-	4	-		-	-	-	-	
24	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	

年		59	57	58	"	59
月 ; 日	XI. 月	3	25	17	"	12
調 查 地	新 潟	新 潟	新 潟	新 潟	"	"
漁 業 種 類	巾 着	巾 着	巾 着	巾 着	"	"
測 定 尾 数	17	40	44	42	70	
10cm ~	-	2	-	-	-	
11	-	9	1	-	-	
12	-	19	5	1	-	
13	-	9	5	10	-	
14	6	1	6	16	-	
15	3	-	10	3	-	
16	4	-	9	4	-	
17	3	-	6	7	1	
18	1	-	2	1	3	
19	-	-	-	-	3	
20	-	-	-	-	7	
21	-	-	-	-	11	
22	-	-	-	-	6	
23	-	-	-	-	5	
24	-	-	-	-	8	
25	-	-	-	-	7	
26	-	-	-	-	5	
27	-	-	-	-	9	
28	-	-	-	-	4	
29	-	-	-	-	1	

日水研年報, (6): 105-126, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6): 105-126, 1960.

日本海における1952~1959年のサバ標識 放流調査結果について

町 中 茂

Tagging Experiments with the Japan Sea Mackerel for the Period 1952-1959.

BY

SHIGERU MACHINAKA

Abstract

Tagging experiments were operated in the Japan Sea with the mackerel (mostly *Pneumatophorus japonicus* with presumably rare inclusion of *P. tapeinocephalus*) during the period from 1952 to 1959, and the following results were obtained.

1. The total number of tagged fish amounts to 7,276, with the recapture of 187, giving the recapture rate of 2.58 %, a considerably higher value as compared to the same (0.69 %) in the pre-war time.

2. The mackerel tagged around the Oki Islands in the season of May to June, both 1958 and 1959, showed a northward migration, the northern limit of which was found near the west coast of Noto Peninsula.

3. The fish tagged from spring to early summer and supposed, if one takes into account the time span between release and recapture, to have undertaken a northward migration in summertime and subsequently a southward one in late autumn were recaptured from the sea off Naoetsu to Sado Island for the region north of Noto Peninsula and from the sea off Wakasa Bay to San'in Districts for the region west of the same peninsula.

4. A fairly well coincidence was noticed among the geographical positions of localized high-temperature regions above the shelf as remarked by the 150 m distribution map at the onset of over-wintering period of mackerel (i. e., November), of recapture sites of the tagged fish in the over-wintering period, and of places of commercial catch, suggesting that the localized high temperature above the shelf in November may play an important part in the selection of over-wintering quarter by the Japan Sea mackerel.

I. は し が き

日本海のサバ標識放流は大正時代から行なわれ、松下・伊東(1952)は1924~1938年の期間に道府県水試が24,036尾以上を放流して、そのうち161尾が再捕され、良い成績を納めていることを報告している。

戦後においては1952年度より対馬暖流開発調査が実施され、その一環として、サバの標識放流がおこなわれた。これについては、すでに、牟田・北片・町中（1957）により1952～1956年に実施された30,399尾（北海道・九州を含む）について報告がある。それによると、戦前は短期再捕に比べ、長期再捕も相当多かつたのでサバの回游考察に、よい結果を得たが、戦後においては短期再捕が圧倒的に多く、長期再捕がきょくに少ないため、回游の知見を得る結果にとほしかつたことが論及されている。

そしてこの事業は日本海では1956年以降も対馬暖流開発調査の一環として継続され、同調査の終了した1958年度以降は、海況・漁況調査の一項にひきつがれて現在にいたっている。そのため再捕資料も集積し、3カ月以上の長期再捕も若干得ることができたので、とりあえずここに1952～1959年の7カ年間の資料についてとりまとめた結果を報告する。

報告にさきだち、海上における困難な標識放流作業を続けられた関係機関の各位に深く敬意を表するとともに、本稿の御校閲を賜った日本海区水産研究所所長内橋潔博士、同所永田俊一技官に対し深謝の意を表する。

I. 標 識 方 法

標識票は円形または、楕円形の直径5～7mmのセルロイド板に銀線かビニール管を通したものである。放流の際にはそれを魚体の尾根部に縛着して実施した。

第 1 表 海 域 別・サ バ 標 識

放 流 海 域 項 目 年	総 計			山口県日本海側 沿 岸			隠 岐 島		
	A (放流数)	B (再捕数)	C (%) (再捕率)	A	B	C (%)	A	B	C (%)
1 9 5 2	128	0	0	40	0	0	—	—	—
1 9 5 3	792	4	0.53	284	0	0	—	—	—
1 9 5 4	2,541	19	0.77	315	1	0.38	—	—	—
1 9 5 5	1,096	9	0.82	225	0	0	—	—	—
1 9 5 6	217	5	2.33	—	—	—	—	—	—
1 9 5 7	787	8	1.02	—	—	—	505	2	0.39
1 9 5 8	615	84	13.66	—	—	—	200	45	22.52
1 9 5 9	1,100	58	5.28	—	—	—	300	49	16.69
計	7,276	187	2.58	864	1	0.16	1,005	96	9.55

第 2 表 海 域 別・月 別 放 流

放 流 海 域 項 目 月	総 計			山口県日本海側 沿 岸			隠 岐 島		
	A (放流数)	B (再捕数)	C % (再捕率)	A	B	C (%)	A	B	C (%)
1	15	0	0	15	0	0	—	—	—
2	100	3	3.00	—	—	—	—	—	—
3	871	6	0.69	119	0	0	—	—	—
4	567	6	1.06	150	0	0	—	—	—
5	460	21	4.57	40	0	0	200	19	9.51
6	1,404	86	6.13	225	1	0.45	805	77	9.57
7	2,679	15	0.56	—	—	—	—	—	—
8	112	25	22.30	13	0	0	—	—	—
9	84	5	5.95	—	—	—	—	—	—
10	473	17	3.59	10	0	0	—	—	—
11	373	3	0.85	242	0	0	—	—	—
12	138	0	0	50	0	0	—	—	—

Ⅲ．標識放流・再捕状況

1. 海域別にみたサバの標識放流・再捕状況

7カ年間の標識放流・再捕結果の記録を地域別・年別に分け、第1表に示した。これによると全放流数7,276尾に対し、再捕されたもの187尾で再捕率2.58%である。戦前の日本海における再捕率（放流数11,920尾、再捕82尾）0.69%に比較すると好成績を納めているが、その内容は短期・短距離再捕が非常に多くなっている。

これを地域ごとにみると、島根水試が隠岐島・三度崎で放流を行なったものが最も良く、1,005尾の放流に対し、96尾が再捕され、再捕率9.55%を示した。これは戦前・戦後を通じて例のない高再捕率である。ついで、山陰沖海域3.09%、石川県能登半島周辺の2.94%が目立っている。

これに反し、山口県の日本海側沿岸では、864尾放流し再捕されたもの1尾、また若狭湾で333尾放流したが再捕皆無といった状況で他の海域に比べ非常に悪くなっている。

2. 月別放流・再捕結果

1952～1959年間の月別放流・再捕状態は第2表のごとくで、山口県沿岸では2・7・9月、能登半島周辺は1・6・7月を除いた月は多少にかかわらず放流を実施しているが、他の海域では放流時期が短期間に集中されている。すなわち、隠岐島周辺5・6月、山陰沖6・7月、佐渡海峡6・7・10月、若狭湾6・7月とゆうふうにかざられている。

放 流 ・ 再 捕 状 況

山 陰 沖			若 狭 湾			能 登 半 島 周 辺			佐 渡 海 峡		
A	B	C (%)	A	B	C (%)	A	B	C (%)	A	B	C (%)
-	-	-	-	-	-	88	0	0	-	-	-
-	-	-	-	-	-	200	2	2.00	308	2	0.65
291	9	3.09	333	0	0	352	6	1.71	1,250	3	0.23
-	-	-	-	-	-	-	-	-	871	9	1.06
-	-	-	-	-	-	217	5	2.31	-	-	-
-	-	-	-	-	-	282	6	2.13	-	-	-
-	-	-	-	-	-	315	38	12.50	100	1	0.10
-	-	-	-	-	-	800	9	1.15	-	-	-
291	9	3.09	333	0	0	2,254	66	2.94	2,529	15	0.59

再 捕 結 果 (1952～1959年)

山 陰 沖			若 狭 湾			能 登 半 島 周 辺			佐 渡 海 峡		
A	B	C (%)	A	B	C (%)	A	B	C (%)	A	B	C (%)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	100	3	3.00	-	-	-
-	-	-	-	-	-	752	6	0.80	-	-	-
-	-	-	-	-	-	417	6	1.44	-	-	-
-	-	-	-	-	-	220	2	0.91	-	-	-
250	8	3.20	52	0	0	-	-	-	72	0	0
41	1	2.44	281	0	0	-	-	-	2,357	14	0.60
-	-	-	-	-	-	99	25	25.28	-	-	-
-	-	-	-	-	-	84	5	5.95	-	-	-
-	-	-	-	-	-	363	16	4.42	100	1	1.00
-	-	-	-	-	-	131	3	2.29	-	-	-
-	-	-	-	-	-	88	0	0	-	-	-

再捕率は放流海域によつて異なり、山口県沿岸は6月に225尾放流し、わずかに1尾の再捕に終つてゐるが、隠岐島海域では5～6月の両月に亘り放流をおこなつたものは9.50%以上の高再捕率を示している。また能登半島周辺（外海）で8月に99尾放流し25尾が再捕され、再捕率 25.28%と異常な高率を示していることは注目される現象である。このように再捕率は、放流海域および放流時期によりその差異が顕著に現われている。

3. 放流時の活魚採捕漁具と再捕率

再捕率に直接影響を与えるものの一つとして活魚の採捕漁具があげられる。本放流期間に活魚の採捕に使用された漁具は、定置網・はね釣・巾着網（旋網類を含む）・八艘張網・毛釣等があげられる。これらの漁具別再捕結果を第3表に示したが、これによると八艘張網により放流を行なつたものが最も再捕率が良く、

第 3 表 漁具別・放流再捕結果

項目 計	放流数	再捕数	再捕率 (%)
漁具	7,276	187	2.57
定置網	2,665	111	4.17
はね捕	2,439	14	0.57
巾着網	1,094	3	0.28
八艘張網	615	44	7.15
毛釣	110	0	0
不明	353	15	4.26

7.15%、つぎに定置網の4.17%、一段下つてはね釣の0.57%、巾着網0.28%の順位となり毛釣では放流数が少ないということもあるが再捕皆無となつてゐる。

4. 再捕時の魚体

再捕時の魚体記録は少なく、全再捕数 187尾に対し体長記録のあつたもの39尾、体重記録のあつたもの22尾で計61尾となつてゐる。いまこれらを大サバ（42cm以上）、中サバ（26cm～41cm）、小サバ（25cm以下）に区別するとその大半が中サバ（26～41cm）となつてゐる（附表参照）。またこの外放流時の魚体記録をみても大体中サバが多くなつてゐるので、ここでは再捕魚の大半が中サバとして考えてよからう。

5. 再捕経過日数と再捕尾数

187尾の総再捕魚を放流翌日から再捕当日までを再捕経過日数とし、これを放流翌日から10日以内、11日～1カ月以内（30日）、1～2カ月（30～60日）、3～5カ月（91～150日）、5～7カ月（151～210日）、7～9カ月（211～270日）、9カ月以上（271日）に区分し第4表に示した。

全般的にみると、放流直後の10日以内に再捕されたものは53尾、11日～1カ月以内は56尾と両期間の再捕数にはほとんど差が認められない。しかしそれが1～2カ月になるとやや減少して41尾となり、さらに2カ

第 4 表 海域別・期間毎の再捕状況

項目	放流海域	山口県日本 海側沿岸	隠岐島	山陰沖	若狭湾	能登半島 周辺	佐渡海峡
放 流 数	7,276	864	1,005	291	333	2,254	2,529
再 捕 数	187	1	96	9	0	66	15
再 捕 率 (%)	2.58	0.16	9.55	3.09	0	2.94	0.59
10日以内に再捕	53	1	9	2	—	39	2
11日～1カ月以内	56	—	24	2	—	20	10
1～2カ月	41	—	35	2	—	3	1
2～3カ月	16	—	13	1	—	1	1
3～5カ月	12	—	8	2	—	2	—
5～7カ月	6	—	6	—	—	—	—
7～9カ月	1	—	1	—	—	—	—
9～1年以上	1	—	—	—	—	—	1
不 明	1	—	—	—	—	1	—

月以上経過すると再捕率は急激に減少の傾向をみせ、しかも1年以上を経過して再捕されたものはわずかに1尾というような状況になる。この1尾は佐渡海峡で放流し365日目に同放流地点よりやや南下して再捕されたものである。

一方これを海域別にみると、短期再捕は能登半島周辺が最も多く、同海域の再捕66尾に対し、10日以内39尾(59.2%) 11日～1ヵ月20尾(30.3%)と、放流後1ヵ月以内に89.4%が再捕されている。隠岐島海域では再捕数96尾に対し、10日以内9尾(9.4%)、11日～1ヵ月24尾(25.0%)、1～2ヵ月35尾(36.5%)、2～3ヵ月13尾、3～5ヵ月8尾、5～7ヵ月6尾と他の海域に比較し長期間再捕が目立っている。

以上の状況を戦前、日本海で実施したものに比べると、第5表に示したごとく、再捕率こそ大巾に上廻っているものの長期再捕という点では問題にならない。このような現象についてはいろいろ論議の対象にされる点であるが、すくなくとも戦前に比べ、戦後特に近年においては、能率的な漁具・漁法の発達による漁獲努力の増加が強く影響していることは否定できない。

6. 再捕結果からみた移動状態

放流魚の移動・経路については、放流海域や、放流時期、放流当時の海況により異なることはいうまでもないが、ここではそういった問題を除外し、放流地点から再捕地点を直線または最短コースをもつて図示し、また移動距離についても最短距離をとつた。以下地域ごとに再捕魚の動向について考察すると下記のごとくになる。

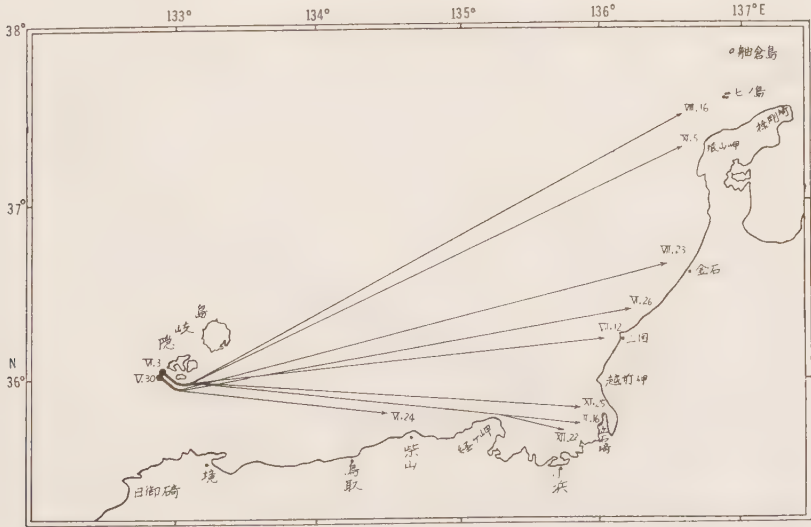
(1) 隠岐島海域

この海域では隠岐島島前の三度岬定置網で1958年5月30日と6月3日200尾、1959年5月22日、6月1日に300尾放流して前者は45尾後者は49尾が再捕されている。

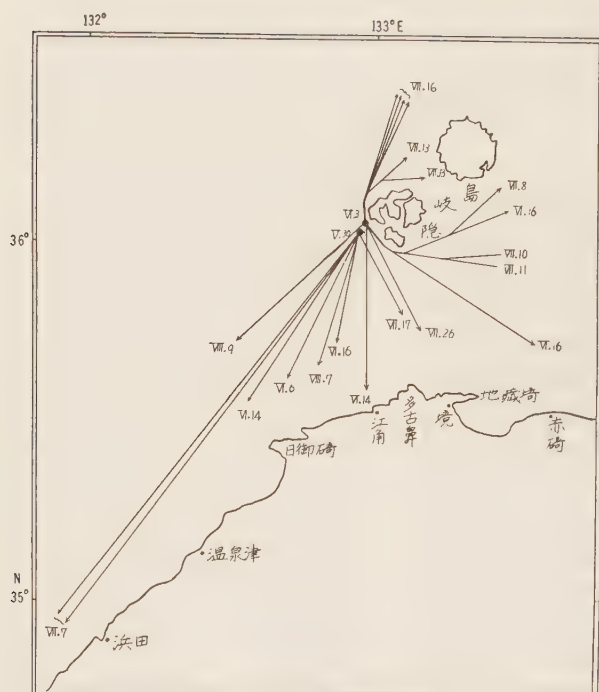
まず1958年についてみると、第1—1図・第1—2図に示したごとく移動方向は東方と、南方方向におおざ

第5表 戦前の日本海における再捕
経過日数と再捕尾数
笠原・伊東(1953)による)

放 流 尾 数	11,920尾
再 捕 "	82尾
再 捕 率	0.69%
1ヵ月以内再捕	13尾
1～3ヵ月以内再捕	15"
3～6ヵ月 "	12"
6～12ヵ月 "	20"
1～2年 "	18"
2～3年 "	4"



第1—1図 標識放流による再捕魚の追跡図(1958年)
・は放流位置 →は再捕位置
数字は月・日を示す



第1—2図 標識放流による再捕魚の追跡図 (1958年)

・は放流位置 →は再捕位置

数字は月・日を示す

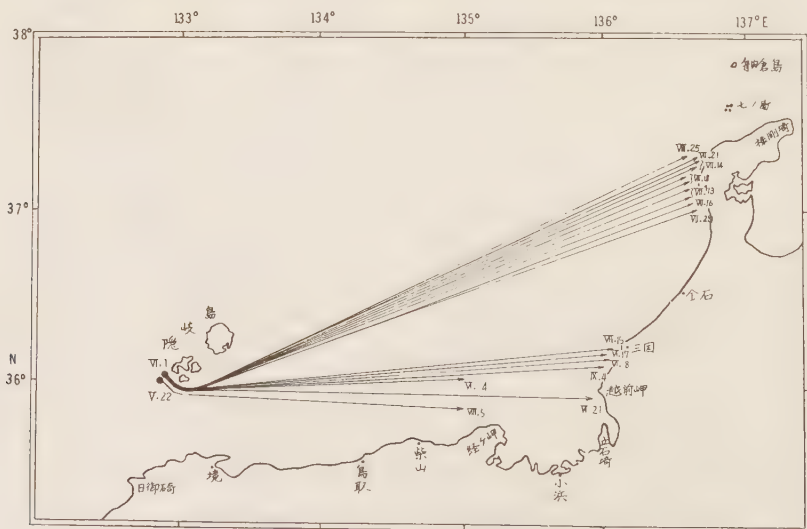
されたのを最長に、12月22日 (206日目), 11月25日 (155日目) の冬期間に、いずれも若狭湾内に再捕されている。

つばに区別することができ、長距離移動は放流位置より東方、すなわち、北上回遊したものに多く、南方に再捕されたものは全部短距離再捕に終わっている。北上回遊した主な海域是能登半島猿山岬を最北限に、石川県加賀沿岸、若狭湾などである。

移動距離については、猿山沿岸に達したものがもつとも遠く、最少日数で来遊した1尾についてみると、約198哩を54日間で移動し、1日の平均移動は3.7哩となつている。また石川県加賀沿岸に再捕された1尾は166哩を27日間で移動し、1日平均6.15哩游泳しかなり早い移動をしている。このように北上回遊したものについてはひかくてき長距離移動が多いにもかかわらず能登半島以北の海域においては1尾の再捕もみられていない。

一方放流位置より南下移動し再捕されたものは、その大半が短期間で再捕場所も隠岐海峡を中心とする海域に多くなっている。

長期再捕についてみると、放流した年の翌年2月12日 (258日目) に再捕



第2—1図 標識放流による再捕魚の追跡図 (1959年)

・は放流位置 →は再捕位置 数字は月日を示す

ある。

(2) 山陰東部沿岸海域

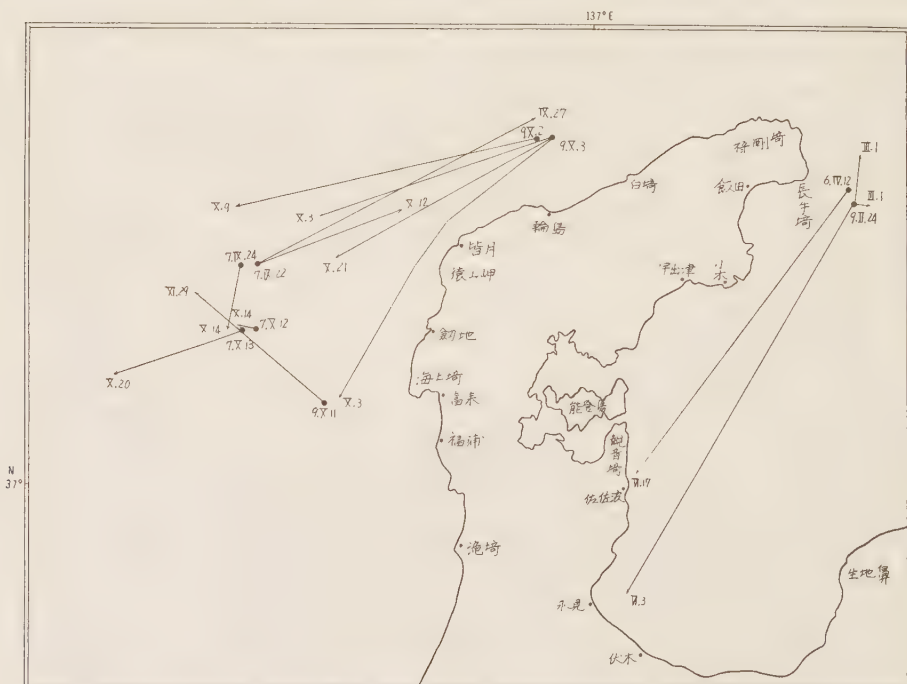
1954年の6～7月に291尾を放流し、9尾が再捕された。移動状態は第3図のごとくで、これによると、放流地点より西方に再捕されたもの3尾、東方に6尾となつてゐるが、いずれも短距離再捕となつてゐるため移動状況についての推論は困難である。

(3) 能登半島周辺海域

1952～1959年に、能登半島周辺海域で2,254尾放流し、そのうち66尾が再捕された。この海域では短期、短距離再捕が大半で移動経路については判然としない。いまこれを能登半島の外浦（日本海側）と内浦（富山湾）に分けて考察すると、外浦海域（日本海側）における放流時期は8～10月で、放流数は1,177尾、そのうち再捕されたもの46尾で、再捕率3.91%を示している。移動状況は第4—1図・第4—2図に示したごとく、再捕魚の全部が放流海域附近に再捕され他海域への移動は全くみられない。いまこの海域に再捕された46尾の平均滞留期間についてみると22.8日間となり限られた小海域内においては比較的長い滞留を示している。

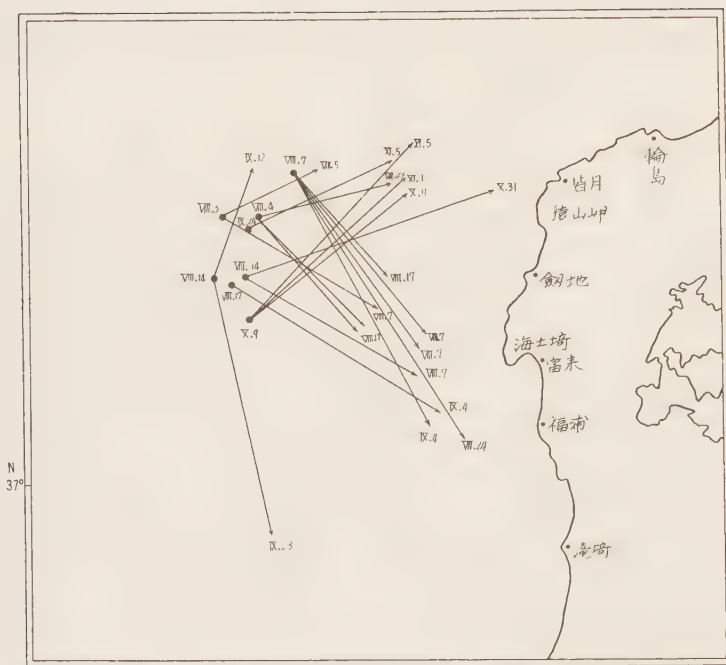
一方富山湾（内浦）においても再捕魚の大半が1～3日以内の短期再捕となつてゐるが、わずかに1959年3月に長手埼沖に放流したもののうち6月3日（99日目）に富山湾奥の氷見沿岸で再捕された1尾が唯一の長期間再捕となつてゐる。この外1956年6月12日長手埼沖で放流したものが、5日間を経過した6月17日に七尾市の佐佐波沿岸に移動し再捕された1尾が、この海域における、長距離再捕の部類に入り、他は2～3日程度の移動に終つてゐる。

以上これらのことから能登半島周辺、特に日本海側においては放流海域とほぼ同一海域内に全部が再捕され他海域への移動が1尾もなかつたことが注目される現象である。このような原因の追究に当つては今後の調査にまたなければならないが、現在の資料より一応論究されることは放流時期が8～10月に限られてゐることである。すなわち、この時期は前述したごとく、門崎島沖海に放流したサバの（5～6月）移動結果を



第4—1図 標識放流による再捕魚の移動追跡図（1956, 1957, 1959年）

・は放流位置 →は再捕位置 数字は年月・日を示す



第4—2図 標識放流による再捕魚の追跡図(1958年)

・は放流位置 →は再捕位置 数字は月・日を示す

みても8～9月にかけて猿山岬沿岸に再捕され、しかもそれ以北への移動が全然みられないことから、山陰・若狭沖から春～初夏にかけ本州沿岸を北上回遊し、8～9月に能登半島外浦沿岸に來遊した魚群は、ここでかなり長い期間滞溜し水温下降期をむかえるのではないかと推定されるので、こういったことが同一海域内において再捕率を高くしている現象とも考えられる。

(4) 佐渡海域(佐渡海峡)

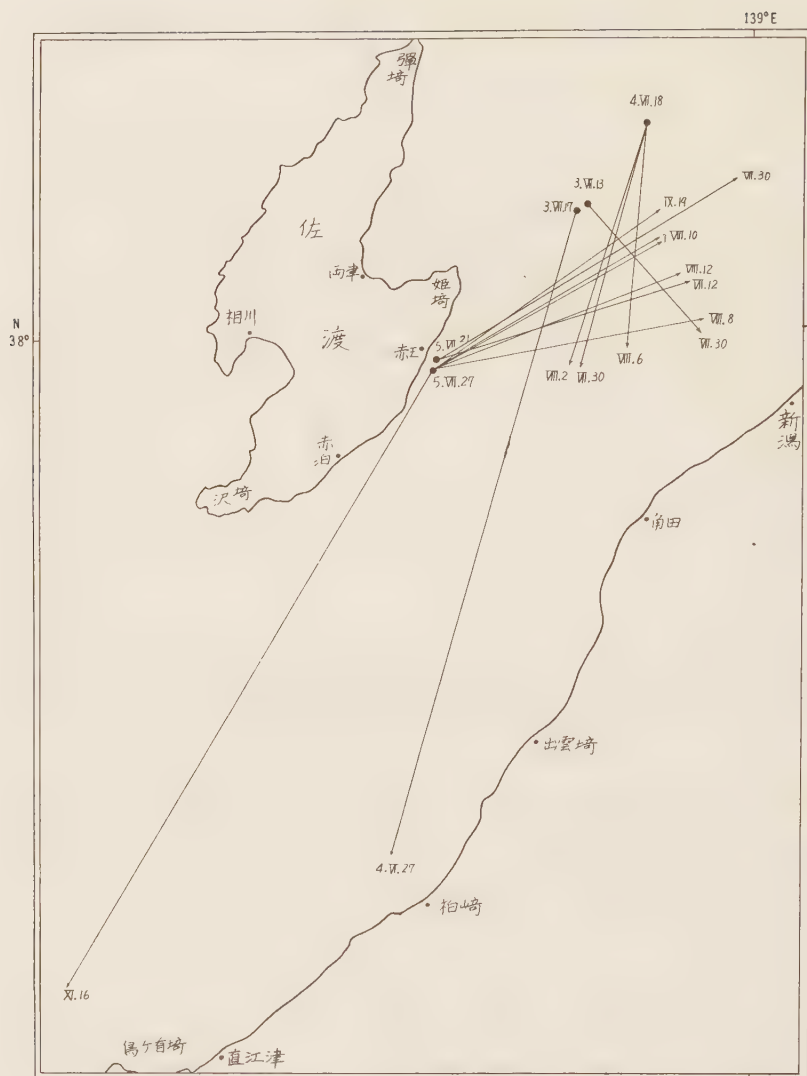
1953～1955・1958年の6～7月に2,529尾放流し15尾が再捕された。隠岐島・山陰沖・能登半島周辺の3海域に比較し再捕率は低く、0.59%を示している。

この海域においても短期再捕が多く、長期再捕は1953年7月13日に放流、翌年(1954)の6月27日に345日を経過して、第5図に示すごとく、放流地点より南方の柏崎沿岸で再捕されたものと、1955年7月27日に放流したものが、南に下り82日目の11月16日に筒石沿岸に再捕された2尾だけである。他は20日以内の短期間再捕に終わっている。したがって長距離移動も少なく同海域における移動状況は判然としなない。

6～7月の期間におけるサバの平均滞溜期間は16.6日間(345日、82日目に再捕されたものを除く)でこの結果だけから見ると佐渡海峡え、7～8月に來遊したサバは約半月余りは同海域内を滞溜するものと考えられる。しかし能登半島外浦海域の8～10月における平均滞溜22.8日に対し、本海域の場合はやや短くなっている。

前記長期再捕の2尾については再捕日数から推察して同一漁場に滞溜していたものとは考えられず、一たん北上回遊したものが越冬期に入り南下してきたものと考えた方が妥当のようである。

そしてまた1959年8月に北水試が青森県の小泊沖に放流したものが、1960年の1～2月に、新潟県の佐渡両津湾・直江津沿岸に再捕されていることは、やはり北上回遊したものが越冬期には、佐渡海峡から富山湾海域内に南下し、越冬場を形成することをうらづけているよい一例である。



第 5 図 標識放流による再捕魚の移動追跡図 (1953~1955年)

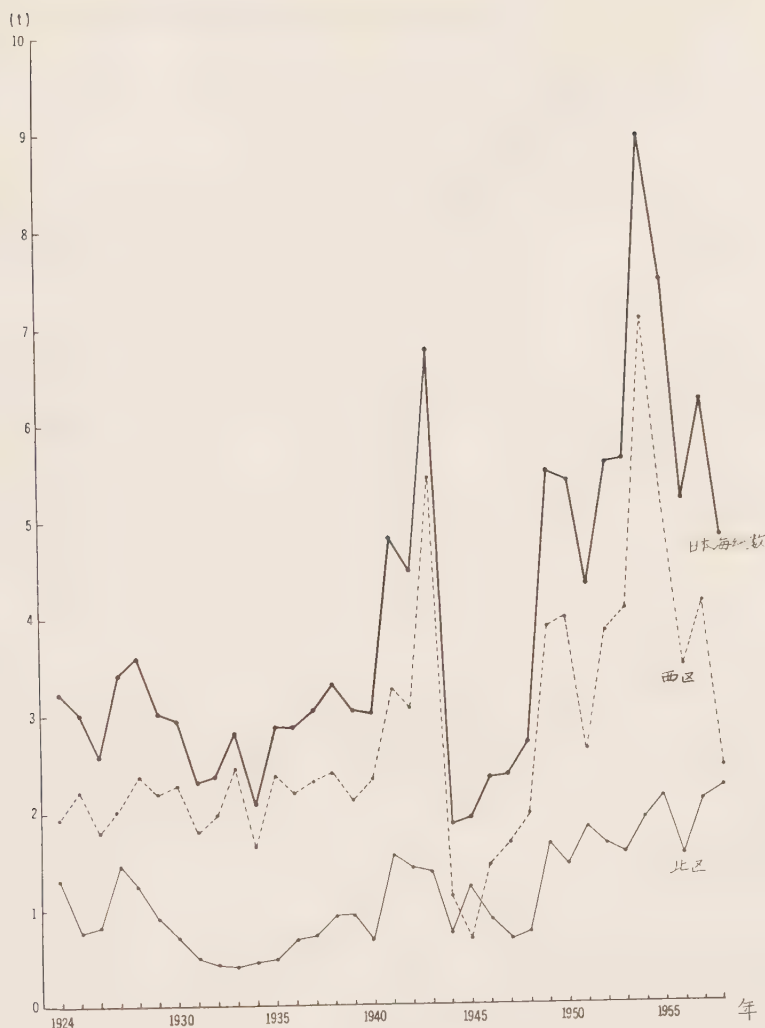
・は放流位置 → は再捕位置 数字は年・月・日を示す

IV. 漁況からみたサバの動き

漁獲統計調査資料にもとづき漁期を推定してみることにする。

先づ日本海におけるサバ漁獲量の永年変化について第6図に示した。これによると、戦後においては1954年をピークとし、その後漁獲量は減少傾向をたどっているが、1957年にはやや上昇を示したものの1958年にはさらに減少している。近年（1952～1958年）7カ年の平均漁獲量は北区（青森～石川県）で19,800トン、西区（福井～山口県）43,000トンで日本海の総数は62,800トンとなり、日本海沿岸漁業としては重要な位置をしめている。

いま7カ年(1952~1958年)の平均漁獲量より、各府県別に月別漁獲割合を求め、漁獲比率の度合により



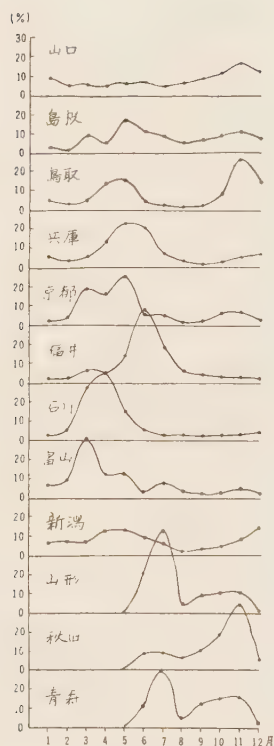
第 6 図 日本海におけるサバ漁獲量の永年変化 (1924～1958年)

盛漁期を推定してみると、第 7 図に示すごとく、盛漁期は地域により異なるが全般的にみて、水温上昇期 (3～7 月)、水温下降期 (10～1 月) に漁獲の山が現われている。これを各府県毎にみてみると、山口 3～5 月・10～1 月、鳥取・島根 3～6・10～12 月、京都 3～6 月・10～11 月、福井 4～8 月にそれぞれ盛漁期となっている。

また石川以北では、石川・富山 3～5 月・12～1 月、新潟 3～7 月・10～12 月、山形・青森 6～7 月・9～11 月に山が現われている。このように盛漁期を追つてみると、山陰沿岸を漁場とする、島根～兵庫の県と富山湾から新潟沿岸を漁場とする石川～新潟の県における漁期、すなわち、浮上期のスタートが大体同じ時期となつている。また水温下降期においても、能登以西の県と、以北の県において漁期の山が同時期に現われていることがわかる。これらのことから能登半島を境に以西には若狭湾から山陰沖沿岸に、以北においては、富山湾から佐渡海峡にそれぞれ越冬するサバ群があり、暖候期に入り北上回游することが認められる。

このことは前記の隠岐海域、ならびに能登半島、佐渡周辺海域における放流再捕結果からみた考察と一致し、よいうらづけとなつている。

V. 越冬初期における日本海沿岸の水温分布とサバの越冬場



第7図 日本海におけるサバの県別月別漁獲割合 (1952～1958年の7カ年平均)

標識放流再捕結果，ならびに地域漁況等から日本海沿岸におけるサバの越冬場と推定される海域が大体判明したので，これらの海域における水温分布について考察を加えてみる。

1958, 1959年の水温下降期に当たる11月上・中旬，すなわち越冬直前かまたは初期と考えられる水温分布をもとにした，水温分布図は150m層を採用した。その理由は越冬場に求遊するサバの游泳層はかなり深く，100m以深であると考えられる。しかも陸棚縁辺にそつて南下し，越冬に際しては比較的深部に棲息する傾向がある。また佐原・伊東（1953）の報告によると，新潟から若狭湾の海域における越冬場の平均水温は9℃～12℃台として考察されていることなどから考えて150m層の水温分布は越冬初期または越冬期（12～3月）におけるサバ群の滞溜海域の把握に好適と思われる。

第8・第9図に1958, 1959年の水温分布図を示した。先ず1958年の水温分布についてみると，水温範囲は2～14℃台で5℃線を中心とする極前線は島根沖距岸60～70哩を本州沿に走行し秋田沖に達している。

沖合暖流の高温帯（12～14℃）は極前線の内側（本州側）にそつて連なり，沖合冷水域は，佐渡冷水域（＜2℃），山陰・若狭冷水域（＜4℃）として出現し，いずれも顕著に発達している。これら冷水域の南側（沿岸部）では局地的な高温域が認められる。すなわち，佐渡海峡を中心とする新潟県沿岸の＞12℃台，若狭湾における＞12℃台がそれである。

一方この年の5～6月隠岐島で放流したサバの再捕結果については前述したごとくであるが，これによると，越冬期（11～3月）に北上・南下回遊をしたと考えられるものが若狭湾内に再捕されていることからこの年には同湾内は越冬場としてかなりよい条件をそなえていたことが推定される。

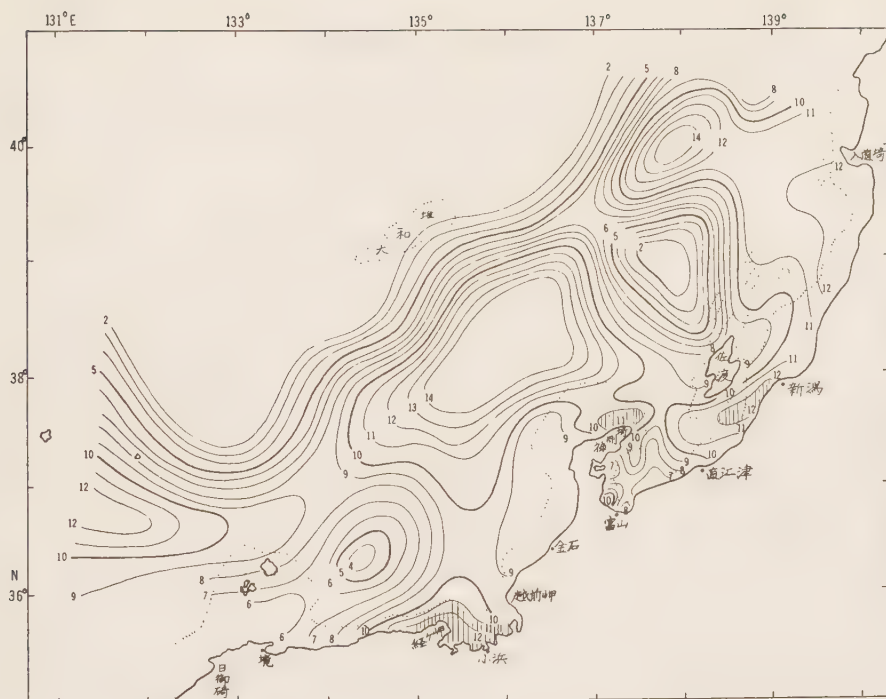
一方能登半島以北の海域では，越冬期における再捕が1尾に終わっているので再捕結果からの裏付けは困難であるが，1958年の漁況からみると，新潟県では越冬時期の11～2月に好漁を示し，4カ月間に約6,252トンの漁獲量となつていることから，直江津沖から佐渡海峡にかけて越冬サバの多かつたことがわかる。

つぎに1959年11月の水温分布についてみると，水温範囲は，2～14℃台で1958年に比べ，佐渡海峡，能登半島突端の沿岸高温域において1～2℃の高目となつている。主な冷水域は，佐渡・能登冷水域（＜9℃），若狭冷水域（＜6℃），隠岐冷水域（＜5℃）があげられる。沿岸部の高温域は，1958年と同様，上記冷水域の南側，すなわち，佐渡海峡から直江津沿岸の＞14℃，能登半島突端の＞14℃，山陰沖沿岸の＞12℃が認められる。

この年の越冬期において再捕された位置は，能登以西の海域では山陰沿岸の＞12℃の高温域であり，能登半島以北では，佐渡両津湾，直江津沿岸に再捕されいずれも＞12℃，＞14℃の高温域内に限られている。また能登半島突端の＞14℃の高温域内には，再捕魚こそみられなかつたが，同年の12月～3月において能登半島東岸の長手崎沖でサバ漁が活況をていしていたことから，越冬サバの多かつたことが推定される。

このように，越冬期（11～3月）における放流魚の再捕位置は11月の150m層水温分布からみた沿岸部（陸棚縁辺を中心とする）の局地的な高温域の存在海域とよく一致している。

いま上記沿岸部の局地的な高温域の存在海域について検討してみると，いずれも高温域の沖側には，沖合冷水域の優勢な張り出しがあり（この時期における冷水域は100m以深において顕著に現われる），深い層における北上暖流の走行を阻止している。このため，暖流の接岸地域では優勢な時計廻りの旋流を生じ，かなり深い層に達する沈降流がなられ，100m以深においては局地的な沿岸高温域となつて現われる。すなわちこ



第 8 図 1958年11月上旬, 150m層水流分布図

(////// は局地的な高域で冬期間におけるサバの
再捕位置ならびに好漁場となった場所)



第 9 図 1959年11月上中旬, 150m層水温分布図

うした暖水域が南下回游してくるサバ群の越冬場として好適な環境をそなえることが前記のサバ漁況ならびに再捕魚の結果から考察される。

換言すれば、このように越冬直前、または越冬初期と考えられる11月上・中旬の海況、すなわち沖合冷水域の出現位置と、その発達状態は沿岸部における高温域の存在を左右し、ひいてはそれがサバの越冬要因と密接な関係をもつものといつてよからう。

Ⅵ. 要 約

1. 日本海において1952～1959年にわたりサバの標識放流を実施したので、これらの結果からサバの回游状態・漁況・海況との関係について考察した。
2. 1952～1959年の間に放流を実施したサバは 7,276尾で、再捕されたもの 187尾、再捕率2.58%で戦前の日本海における再捕率0.69%に比べ好再捕率を示した。しかしその内容は短期再捕が多く(1カ月以内)、全再捕数に対し、その割合は 58.30%と戦前の5.86%に比べるとはるかに多くなっている。このことは戦後日本海沿岸におけるサバ漁業の著しい発展による漁獲努力の増加にともなう現象と考えられる。
3. 放流時の活魚の採捕漁具により再捕率は異なるが、漁具別の再捕割合は、八艘張網7.2%、定置網4.2%はね釣 0.6%、巾着網 0.3%、毛釣では再捕皆無という結果が現われた。
4. 1958, 1959年の5～6月に放流したサバは、長期再捕が多い。山陰沖で放流したものの北上回游限は能登半島西岸にとどまり、それ以北への回游がみられなかった。
5. 越冬期(11～3月)におけるサバの再捕位置は能登半島以西では、若狭湾から山陰沖、能登半島以北においては佐渡海峡から直江津沖海域があげられる。さらに漁況からみても越冬終了期と考えられる3～4月には山陰地方の漁期と富山県から新潟県沿岸の漁期が同じに現われていることなどから、越冬場は能登以西では若狭湾～山陰沖、以北では佐渡海峡～富山湾海域に形成されるものと推定される。
6. 越冬初期(11月)の 150m層水温分布からみた日本海沿岸(陸棚縁辺)の局地的な高温域と、越冬期における放流魚の再捕海域が一致していることから、上記の高温域がサバの越冬場に適した環境を構成することが推論される。

文 献

- 花村 宣彦(1958). マサバの回游, 水産庁対馬暖流開発調査報告書, (4): 53-68.
- 笠原 晃・伊東英世(1953). サバの生態, 水産庁漁業科学叢書, (7): 131pp.
- 牟田 邦甫・北片正章・町中 茂(1958). サバの標識放流, 水産庁対馬暖流開発調査報告書, (4): 80-91.
- 西村 三郎(1958), 中部日本海産マサバの摂餌に関する一知見—トガリサルバの摂餌について—, 日本水研年報, (4): 105-112.
- (1959). 1958年新潟県沿海で漁獲されたマサバの餌料と摂餌生態, 日本水研年報, (5): 77-87.
- 上肥 和(1955). 鳥取県沿海におけるマサバの漁況と海況について, 対馬暖流開発調査, 第3回シンポジウム発表論文, 209-233.
- 苔米地洋文・若生生允(1955). 石狩湾サバ漁場の海洋構造について, 対馬暖流開発調査, 第3回シンポジウム発表論文, 205-208.

附 表

サバの標識放流再捕記録

(期間 1952年10月～1959年10月)

サバ放流記録

放流 番号	放 流 者	放流年, 月, 日	放 流 位 置	放流 尾数	放流魚体長		再捕 尾数	活魚入手 漁 具
					最小	最大		
1	山口水試	1952. 10. 14	山口県川尻岬NW20哩	10	cm	cm	0	はね釣
2	"	" 11. 24	山口県見島東側	30	25	35	0	毛 釣
3	石川水試	" 12. 13	石川県鳳至郡能都町字出津灯台S/W 1.3哩	88	(平均) 36.8	30	0	定置網
4	山口水試	1953. 1. 19	対馬NE20哩	5	20		0	毛 釣
5	"	" " 21	山口県今岬N 8 哩	10	20		0	"
6	"	" 3. 5	山口県沖島NW15哩	20		大	0	巾着網
7	"	" " 6	" N10哩	10		大	0	"
8	"	" " 11	" N/W10哩	23		大	0	"
9	"	" " 16	" 黒島E/N16哩	21		中	0	"
10	"	" " 21	" ESE 8哩	20		中	0	"
11	"	" " 26	対馬同志沖 8哩	25		大	0	"
12	"	" 4. 3	対馬西泊E/S20哩	30		大	0	"
13	"	" " 7	山口県沖島NNW15哩	32		大・中	0	"
14	"	" " 8	対馬一重沖15哩	30		大	0	"
15	"	" " 8	山口県沖島NNE10哩	13	小	大	0	"
16	"	" " 18	対馬琴沖 5哩	45		大	0	"
17	石川水試	" 5. 6	石川県鳳至郡能都町字出津灯台SE 2哩	200	-	-	2	定置網
18	新潟水試	" 6. 22	新潟港灯台沖NW20哩	26	23.3	33.0	0	はね釣
19	"	" " 26	" "	46	24.5	34.5	0	"
20	"	" 7. 4	佐渡海峡赤玉水深 130米	64	24.0	34.0	0	"
21	"	" " 6	佐渡海峡水津沖水深125～300米	30	26.0	41.5	0	"
22	"	" " 12	" 赤玉沖水深140～200米	38	25.0	33.5	0	"
23	"	" " 13	新潟港灯台NW20哩	59	24.0	37.0	1	"
24	"	" " 17	" "	32	21.0	33.0	1	"
25	"	" " 28	佐渡海峡赤玉沖水深 150米	13	25.5	30.5	0	"
26	石川水試	1954. 3. 10	石川県鳳至郡能都町字出津灯台 SSE 1.9哩	180	-	-	4	定置網
27	"	" " 31	" 灯台S/W 1.3哩	172	-	-	2	"
28	川口水試	" 5. 26	山口県仙崎NW15哩	40	小・中		0	毛 釣
29	兵庫水試	" 6. 12	35°-47'N 134°-49'E	15	28	40	0	—
30	"	" " 17	35°-57'N 134°-55'E	65	-	-	3	—
31	"	" " 18	35°-55'N 134°-57'E	105	-	-	4	—
32	山口水試	" " "	山口県通沖2 哩	200	小		1	定置網
33	"	" " 19	山口県川尻岬N10哩	11	20	26	0	毛 釣
34	兵庫水試	" " "	35°-56'N 134°-51'E	65	-	-	1	—
35	山口水試	" " 20	山口県川尻岬NW 6哩	14	21	23	0	毛 釣
36	福井水試	" " 25	福井県三方郡美浜町日向湖内	52	10	12	0	定置網
37	"	" 7. 2	" "	261	8	9	0	"
38	兵庫水試	" " 3	35°-48'N 134°-48'E	6	-	-	0	—
39	"	" " 4	35°-58'N 134°-52'E	14	-	-	1	—
40	"	" " 5	35°-55'N 134°-54'E	5	-	-	0	—
41	新潟水試	" " 6	新潟沖NNW水深 130米	110	-	-	0	はね釣
42	"	" " 10	" " 150米	43	23.0	35.0	0	"
43	兵庫水試	" " "	36°-05'N 134°-43'E	6	-	-	0	—
44	"	" " 11	35°-54'N 134°-43'E	6	-	-	0	—
45	"	" " 16	35°-51'N 135°-01'E	1	-	-	0	—

放流 番号	放 流 者	放流年,月,日	放 流 位 置	放流 尾数	放流魚体長		再捕 尾数	活魚入手 漁 具
					最小	最大		
46	兵庫水試	1954. 7. 17	35°-52'N 135°-03'E	3	cm	cm	0	—
47	新潟水試	" " 18	新潟沖NNW水深 200米	187	21.0	27.0	3	はね釣
48	"	" " 24	" " 160米	430	—	—	0	"
49	福井水試	" " "	福井県特千崎(立石半島) N 3哩	20	17.0	37.0	0	定置網
50	新潟水試	" " 25	新潟沖NNW水深 160米	190	22.0	37.0	0	はね釣
51	"	" " 28	新潟県粟生島沖水深 140米	290	22.0	36.0	0	"
52	山口水試	" " 12. 6	山口県仙崎湾口	50	小	小	0	定置網
53	新潟水試	1955. 7. 12	新潟県佐渡水津灯台 S 10哩	190	25.0	29.0	0	はね釣
54	"	" " 22	" 佐渡海峡赤玉沖水深 140米	171	26.0	30.0	0	"
55	"	" " 26	" " 150米	128	25.5	29.0	2	"
56	"	" " 27	" " 140米	382	23.0	27.0	7	"
57	山口水試	" " 8. 6	34°-25'N 130°-30'E	13	小・中		0	巾着網
58	"	" " 11. 19	山口県見島NN E 10哩	172	大・中・小		0	"
59	"	" " 20	34°-40'N 131°-20'E	40	"		0	"
60	"	" " "	" " "	"	"		"	"
61	石川水試	1956. 4. 5	37°-16. 4'N 137°-08. 2'E	217	33. 4	44. 8	5	定置網
62	"	1957. 4. 12	37°-24. 6'N 137°-27. 2'E	200		21. 0	1	"
63	"	" " 5. 9	37°-25. 0'N 137°-29. 0'E	20	37. 2	30. 5	0	"
64	島根水試	" " 6. 9	島根県隠岐島知夫郡浦郷町 三度岬青風定置	505	—	—	2	"
65	石川水試	" " 9. 22	37°-19. 0'N 136°-24. 9'E	20	38. 0	30. 0	2	—
66	"	" " 9. 24	37°-13. 5'N 136°-24. 0'E	20	36. 0	29. 0	1	—
67	"	" " 10. 12	37°-13. 5'N 136°-24. 5'E	2	36. 0	32. 4	1	—
68	"	" " 13	37°-14. 0'N 136°-23. 0'E	18	25. 2	37. 0	0	—
69	"	" " 14	37°-14. 0'N 136°-23. 5'E	2	32. 6	30. 2	0	—
70	島根水試	1958. 5. 30	島根県隠岐島知夫郡浦郷 町三度岬青風定置	100	—		18	定置網
71	"	" " 6. 3	" "	100		大 型	27	"
72	石川水試	" " 8. 3	37°-18. 2'N 136°-16. 6'E	20	27. 0	42. 0	4	八艘張網
73	"	" " 4	37°-17. 6'N 136°-19. 5'E	10	"	"	4	"
74	"	" " 7	37°-20. 6'N 136°-23. 3'E	23	31. 0	43. 0	9	"
75	"	" " 14	37°-14. 4'N 136°-18. 9'E	21	23. 0	40. 0	3	"
76	"	" " 8. 17	37°-14. 4'N 136°-18. 9'E	5	25. 0	30. 0	1	八艘張網
77	"	" " 24	37°-14. 4'N 136°-18. 9'E	10	32. 0	40. 0	2	"
78	"	" " 25	37°-14. 5'N 136°-22. 0'E	10	20. 0	35. 0	2	"
79	"	" " 9. 1	37°-14. 5'N 136°-22. 0'E	10	30. 0	40. 0	1	"
80	"	" " 4	37°-36'N 136°-55'E	18	32. 1	38. 3	0	"
81	"	" " 7	沖 の 瀬	5	33. 6	40. 4	0	"
82	"	" " 8	前 の 瀬	1	—	40. 0	0	"
83	"	" " 24	37°-17. 6'N 136°-19. 5'E	10	28. 0	36. 0	1	"
84	"	" " 10. 9	37°-11. 6'N 136°-21. 5'E	10	25. 0	32. 0	3	"
85	"	" " 10	37°-11. 6'N 136°-21. 5'E	31	25. 0	32. 0	5	"
86	新潟水試	" " 21	佐渡姫崎 E 10哩	100	29. 0	39. 0	1	旋 網
87	石川水試	" " 11. 1	37°-11. 4'N 136°-18. 1'E	10	31. 0	41. 0	0	八艘張網
88	"	" " 1	37°-14. 4'N 136°-18. 9'E	20	30. 0	35. 0	1	"
89	"	" " 2	37°-11. 4'N 136°-18. 1'E	35	28. 0	43. 0	0	"
90	"	" " 5	37°-14. 5'N 136°-22. 0'E	20	30. 0	35. 0	0	"
91	"	" " 9	37°-14. 4'N 136°-18. 9'E	5	31. 0	39. 0	2	"
92	"	" " 9	" "	19	25. 0	35. 0	0	"
93	"	" " 17	37°-17. 4'N 136°-22. 7'E	22	29. 0	43. 0	0	"
94	石川水試	1959. 2. 24	37°-24. 4'N 137°-26. 6'E	100	—	—	3	まき網
95	"	" " 3. 26	37°-24. 4'E 137°-27. 0'E	400	—	—	0	旋 網

放流 番号	放 流 者	放流年,月,日	放 流 位 置	放流	魚体放流長		再捕	活魚入手
				尾数	最小	最大	尾数	魚 具
96	島根水試	1959. 5. 22	隠岐島知夫郡浦郷町三度岬	100	—	—	1	定置網
97	"	" 6. 1	"	200	—	—	48	"
98	石川水試	" 10. 2	石川県外浦前の瀬	4	31.0	39.0	1	八艘張網
99	"	" " 3	"	30	27.0	38.0	2	"
100	"	" " 3	石川県外浦沖の瀬	10	28.0	35.0	1	"
101	"	" " 5	"	56	29.0	40.0	1	"
102	"	" " 11	石川県外浦海上崎W 7 湊	27	29.0	38.0	1	"
103	"	" " "	" WSW 6 湊	26	32.0	39.0	0	"
104	"	" " 17	"	4	32.0	37.0	0	"
105	"	" " "	石川県外浦赤崎W 5 湊	35	32.0	38.0	0	"
106	"	" " 21	" 海士崎 6 湊	28	33.0	37.0	0	"
107	"	" " "	" 赤崎W 6 湊	14	30.0	36.0	0	"
108	"	" " "	" 海士崎 SW 5 湊	6	30.0	34.0	0	"
109	"	" " "	" WSW 6 湊	40	31.0	38.0	0	"
110	"	" " 25	" SW 5 湊	20	30.0	34.0	0	"

サバ再捕記録

放流 番号	放流年、月、日	放 流 位 置	再捕年、月、日	再 捕 位 置	経過 日数	再 捕 具	再捕時 の魚体 記 録
							cm
1	1953. 5. 6	石川県鳳至郡能都町宇出 津灯台S/W 1.3湊	1953. 5. 6	石川県鳳至郡能都町真脇 地先水深70米	即日	定置網	24.1
2	" " "	" " "	" " "	" " "	"	"	33.1
3	" 7.13	新潟港灯台NW20湊	" 7.30	新潟沖水深 100尋	18	サバ延縄	-
4	" " 17	" " "	1954. 6. 27	新潟県柏崎沖水深80尋	345	"	-
5	1954. 3.10	石川県鳳至郡能都町宇出 津灯台SSE 1.9湊	" 3.10	石川県鳳至郡能都町宇出 津灯台SSE 1.9湊	即日	定置網	37.4
6	" " "	" " "	" " "	" " "	"	"	-
7	" " "	" " "	" " 11	石川県鳳至郡能都町真脇 地先水深70米	1	"	38.2
8	" " "	" " "	" " "	小浦地先水深70米	1	"	40.2
9	" " 31	" 灯台S/W1.3湊	" 4. 1	" 真脇沖合水深75米	1	"	-
10	" " "	" " "	" " "	宇出津灯台SSE 1.9湊	1	"	-
11	" 6.17	35°-57'N 134°-55'E	" 6.27	36°-10'N 135°-39'E	10	巾着網	36.9
12	" " "	" " "	" 7. 1	35°-58'N 135°-06'E	14	"	36.0
13	" " "	" " "	" 9.30	35°-39'N 133°-57'E	105	"	-
14	" " 18	35°-55'N 134°-57'E	" 6.27	35°-53'N 134°-22'E	9	"	30.0
15	" " "	" " "	" 8. 7	35°-48'N 135°-21'E	50	"	37.2
16	" " "	" " "	" " 9	35°-50'N 135°-44'E	52	毛 釣	33.9
17	" " "	" " "	" 9.22	35°-50'N 135°-25'E	96	巾着網	31.9
18	" " "	山口県通沖 2湊	" 6.22	放流場所より E 1湊	4	縫切網	7.5
19	" " 19	35°-56'N 134°-51'E	" 7. 3	36°-05'N 135°-37'E	14	毛 釣	562.5g
20	" 7. 4	35°-58'N 134°-52'E	" 10. 2	35°-40'N 134°-08'E	90	巾着網	33.7
21	" 7.18	新潟沖NW水深 200米	" 7.30	新潟沖W/N15湊	12	揚繰網	27.3
22	" " "	" " "	" 8. 2	" " "	15	"	23.3
23	" " "	" " "	" " 6	新潟沖WNW12湊	19	"	24.0
24	1955. 7.26	佐渡海峡赤玉沖水深150米	1955. 7.30	新潟灯台NW/N15湊	4	"	-
25	" " "	" " 140米	" 8. 8	新潟県内野沖N10湊	12	"	-
26	" " "	" " 150米	" 8.12	新潟灯台NW11湊	17	"	-
27	" " "	" " 140米	" " 10	佐渡水津沖E13湊	14	"	-
28	" " "	" " "	" " 10	" " "	14	"	-
29	" " "	" " "	" " 10	" " "	14	"	-
30	" " "	" " "	" " 12	新潟灯台沖NW11湊	16	"	-
31	" " "	" " "	" 9.19	" " NW15湊	54	"	-
32	" " "	" " "	" 11.16	新潟県西頸城郡能生町筒 石虫鼻沖戸岸10湊	82	八田網	-
33	1956. 4. 5	37°-16.4'N 137°-08.2'E	1956. 4. 6	石川県鳳至郡能都町宇出 津灯台SSE 1.9湊	1	定置網	37.7
34	" " "	" " "	" " "	石川県鳳至郡能都町小浦 定置網	1	"	39.7
35	" " "	" " "	" " "	" " 宇出津定置網	1	"	39.0
36	" " "	" " "	" " "	" " 波並定置網	1	"	35.8
37	" " "	" " "	" " "	" " 藤並定置網	1	"	41.6
38	1957. 6. 9	隠岐島知夫郡浦郷町三度 岬青風定置	1957. 6.22	隠岐海峡	12	巾着網	36.2
39	" " "	" " "	" " 14	隠岐島知夫里郡三度岬 沿岸	4	—	-
40	" 9.22	37°-19.8'N 136°-24.9'E	" 9. 27	石川県輪島市輪島沖	5	旋 網	-
41	" " "	" " "	" 10.12	" " 猿山沖	20	"	-
42	" " 24	37°-19.8'N 136°-24.0'E	" " 14	" " 猿山沖W/S 20湊	25	"	-
43	" 10.12	37°-13.5'N 136°-24.5'E	" 10.14	" " "	2	"	-
44	" " 13	37°-14.0'N 136°-23.0'E	" " 20	" " 猿山沖30湊	7	"	-
45	" 4.12	37°-24.6'N 137°-27.0'E	" 4.17	37°-01'N 137°-03'E	5	定 置	-

放流 番号	放流年、月、日	放 流 位 置	再捕年、月、日	再 捕 位 置	経過 日数	再捕漁具	再捕時 の魚体 記 録
46	1958. 5. 30	隠岐島浦郷町三度岬青風 定置	1958. 5. 31	隠岐島浦郷町三度岬	1	定 置	—
47	" " "	" "	" " "	" "	1	" "	—
48	" " "	" "	" 6. 6	島根県八束郡鹿島町恵曇 沖合NW12~13哩	7	巾着網	—
49	" " "	" "	" " 14	島根県八束郡十六島沖合 8哩	15	—	—
50	" 6. 3	" "	" " 14	島根県江角港NW 2.5哩	11	巾着網	—
51	" " "	" "	" " 16	" 地藏岬NNE18哩	13	" "	—
52	" " "	" "	" " "	" " N/E28哩	13	" "	—
53	" 5. 30	" "	" " "	" 恵曇沖合15哩	17	" "	36.1
54	" " "	" "	" " 24	兵庫県香住沖N10哩	25	" "	36.1
55	" " "	" "	" " 26	石川県加賀市小塩町沖合 水深85m	27	一本釣	—
56	" " "	" "	" " 30	隠岐島三度岬沖合15哩	31	巾着網	36.0
57	" 6. 3	" "	" 7. 2	島根県簸川郡日御碕N 17哩	29	" "	—
58	" " "	" "	" " 8	隠岐島西郷港S 7哩	35	" "	33.0
59	" " "	" "	" " 10	" 知夫里島知夫里E SE10哩	37	" "	34.0
60	" 5. 30	" "	" " 10	" SE 5哩	41	" "	—
61	" 6. 3	" "	" " 11	" ESE10哩	38	" "	35.0
62	" " "	" "	" " 12	福井県三国港沖6~7哩	39	一本釣	—
63	" " "	" "	" " 12	鳥取県中井口N沖 水深 100米	39	巾着網	—
64	" " "	" "	" " "	隠岐島知夫里島SE 5哩	39	" "	—
65	" 5. 30	" "	" " 13	隠岐島大森島前	40	" "	35.0
66	" 6. 3	" "	" " "	" "	40	" "	—
67	" " "	" "	" " "	" "	40	" "	—
68	" 5. 30	" "	" " 16	隠岐島星の神島N 8哩	47	" "	36.0
69	" 6. 3	" "	" " 16	" 松島裏 8哩	43	" "	—
70	" " "	" "	" " "	" "	43	" "	—
71	" " "	" "	" " "	" "	43	" "	—
72	" " "	" "	" " "	" "	43	" "	—
73	" " "	" "	" " "	" "	43	" "	—
74	" " "	" "	" " "	" "	43	" "	—
75	" " "	" "	" " "	" "	43	" "	—
76	" " "	" "	" " 17	隠岐島黒木村船越沖 1哩	44	" "	—
77	" 5. 30	" "	" 8. 7	島根県浜田港 NW/W10哩	69	" "	—
78	" " "	" "	" " "	" "	" "	" "	—
79	" " "	" "	" " "	島根県八束郡江角港 NW10哩	" "	" "	33.7
80	" 6. 3	" "	" " 9	" 日御碕N15哩	66	—	—
81	" 8. 14	37°-14.4'N 136°-18.9'E	" " 17	石川県海士埼沖合	3	八艘張網	—
82	" " "	" "	" 10. 31	" 猿山岬沖合	78	旋 網	—
83	" " "	" "	" 9. 12	" "	29	" "	750 g
84	" 6. 3	隠岐島浦郷町三度岬 青風定置	" 8. 16	石川県猿山灯台沖 2哩	54	" "	—
85	" 8. 17	37°-14.4'N 136°-18.9'E	" 9. 4	" 福浦沖合	18	" "	640 g
86	" 5. 30	隠岐島浦郷町三度岬 青風定置	" 8. 23	" 金沢市大野港沖合 水深90米	85	巾着網	—
87	" 8. 24	37°-14.4'N 136°-18.9'E	" 9. 23	" 猿山沖SW28哩	30	旋 網	450 g
88	" " "	" "	" " 12	" W1/2N20哩	19	" "	750 g
89	" " 25	37°-14.5'N 136°-22.0'E	" 9. 4	" W1/4N19哩	10	" "	300 g
90	" " "	" "	" 9. 4	" 西海沖合	10	" "	640 g

放流 番号	放流年, 月, 日	放 流 位 置	再捕年, 月, 日	再 捕 位 置	経過 日数	再捕漁具	再捕時 の魚体 記 録
91	1958. 9. 1	37°-14.5'N 136°-22.0'E	1958. 9. 14	石川県猿山沖合	13	〃	375 g
92	〃 〃 24	37°-17.6'N 136°-19.5'E	〃 11. 5	〃	42	〃	400 g
93	〃 10. 9	37°-11.6'N 136°-18.9'E	〃 10. 11	〃	2	〃	31.0cm
94	〃 〃 〃	〃	〃 〃 31	〃	22	〃	600 g
95	〃 〃 〃	〃	〃 11. 4	〃	26	〃	500 g
							32.0cm
96	〃 〃 10	37°-11.6'N 136°-21.5'E	〃 10. 25	〃	15	〃	600 g
97	〃 6. 3	隠岐島浦郷町三度岬 青風定置	〃 7. 17	福井県越前岬NW18湊	44	〃	-
98	〃 5. 30	〃	〃 〃 〃	隠岐島知夫里灯台S 6湊	48	巾着網	480 g
99	〃 6. 3	〃	〃 〃 26	島根県地蔵岬NNW20湊	53	〃	35.0cm
100	〃 8. 3	37°-18.2'N 136°-16.6'E	〃 11. 5	石川県猿山沖合	94	旋 網	550 g
							25.5cm
101	〃 〃 〃	〃	〃 8. 22	〃	19	〃	640 g
102	〃 〃 〃	〃	〃 〃 17	石川県海士埼沖合	14	八艘張網	-
103	〃 〃 〃	〃	〃 〃 5	37°-21'N 136°-25'E	2	旋 網	-
104	〃 〃 4	37°-17.6'N 136°-19.5'E	〃 〃 17	石川県海士埼沖合	13	八艘張網	-
105	〃 〃 4	37°-17.6'N 136°-19.5'E	〃 〃 23	石川県猿山沖合	19	旋 網	450 g
106	〃 〃 〃	〃	〃 〃 17	〃 海士埼沖合	13	八艘張網	-
107	〃 〃 〃	〃	〃 8. 8	〃 猿山岬沖合	4	旋 網	-
108	〃 〃 7	37°-20.6'N 136°-23.3'E	〃 〃 17	〃 海士埼沖合	10	八艘張網	-
109	〃 〃 〃	〃	〃 〃 24	〃 福浦沖合水深76米	17	旋 網	-
110	〃 〃 〃	〃	〃 〃 17	〃 海士埼沖合	10	八艘張網	-
111	〃 〃 〃	〃	〃 〃 7	〃	0	〃	-
112	〃 〃 〃	〃	〃 〃 7	〃	0	〃	-
113	〃 〃 〃	〃	〃 9. 4	石川県福浦沖合水深121米	28	旋 網	760 g
114	〃 〃 〃	〃	〃 8. 9	〃 猿山岬W21.2湊	2	〃	937.5 g
115	〃 〃 〃	〃	〃 〃 25	〃 海士埼沖合	18	八艘張網	-
116	〃 〃 〃	〃	〃 〃 18	〃 猿山沖合	10	旋 網	450 g
117	〃 10. 10	37°-11.6'N 136°-21.5'E	〃 10. 11	放流位置と同じ	1	八艘張網	-
118	〃 〃 〃	〃	〃 〃 〃	石川県猿山沖合	1	旋 網	200 g
119	〃 〃 〃	〃	〃 〃 30	〃	20	〃	530 g
120	〃 〃 〃	〃	〃 11. 5	〃	32	〃	34.0cm
							450 g
121	〃 〃 21	佐渡姫埼E10湊	〃 10. 30	佐渡姫埼E10湊	10	〃	-
122	〃 5. 30	隠岐島浦郷町三度岬 青風定置	〃 〃 24	石川県猿山灯台SW 6湊	147	八艘張網	-
123	〃 11. 1	37°-14.4'N 136°-18.9'E	〃 11. 5	〃 海士埼沖合	4	〃	-
124	〃 6. 3	隠岐島浦郷町三度岬 青風定置	〃 〃 〃	〃 猿山沖11湊	150	巾着網	520 g
125	〃 11. 9	37°-14.4'N 136°-18.9'E	〃 〃 9	〃 海士埼沖合	0	八艘張網	41.0cm
							-
126	〃 11. 9	〃	〃 〃 〃	〃	0	〃	-
127	〃 6. 3	隠岐島浦郷町三度岬 青風定置	〃 11. 25	福井県常神埼N 8湊	155	巾着網	-
128	〃 5. 30	〃	〃 12. 22	〃 小浜埼N13湊	206	毛 釣	750 g
129	〃 6. 3	〃	1959. 2. 16	〃 三方郡美浜町沖	258	定 置	-
130	1959. 2. 24	37°-24.4'N 137°-26.6'E	〃 3. 1	石川県長手埼E 5湊	5	旋 網	-
131	〃 〃 〃	〃	〃 〃 〃	〃 SE 5湊	5	〃	450 g
132	〃 〃 〃	〃	〃 6. 3	富山県永見沖合	99	定置網	488 g
133	〃 10. 2	石川県外浦前の瀬	〃 10. 9	石川県猿山WNW16湊	7	旋 網	800 g
134	〃 〃 3	〃	〃 10. 3	〃 羽咋郡西海沖合	0	〃	30.0cm
135	〃 〃 〃	〃	〃 〃 〃	〃 猿山沖合	0	〃	-
							340 g

放流 番号	放流年、月、日	放 流 位 置	再捕年、月、日	再 捕 位 置	経過 日数	再捕漁具	再捕時 の魚体 記 録
136	1959. 10. 3	石川県外浦沖の瀬	1959. 10. 21	石川県黒島沖	18	旋 網	250 g
137	" " 5	"	" " ?	" 猿山沖	不明	"	33.0 cm
138	" " 11	石川県海士埼W 7 哩	" 11. 29	" W20. 2 哩	49	"	340 g
139	" 5. 22	隠岐島浦郷町三度岬	" 8. 5	鳥取県網代沖10 哩	75	一本釣	-
140	" 6. 1	青風定置	" 6. 2	島根県恵曇港WNW15 哩	1	巾着網	-
141	" " " "	"	" 6. 4	" 隠岐島知夫里灯台	3	"	-
142	" " " "	"	" " "	" W20 哩	3	"	-
143	" " " "	"	" " 4	島根県地蔵岬NW30 哩	3	"	-
144	" " " "	"	" " 5	" NE21 哩	4	"	-
145	" " " "	"	" " 14	島根県邇摩郡黒松林 WNW22 哩	13	"	-
146	" " " "	"	" " 14	兵庫県と京都府との県境 沖N20 哩	13	旋 網	-
147	" " " "	"	" " 15	島根県八束郡江角町 WNW16 哩	14	巾着網	-
148	" " " "	"	" " "	隠岐島西郷前 5 哩	14	"	-
149	" " " "	"	" " 17	島根県恵曇港沖合	16	"	-
150	" " " "	"	" " "	福井県坂井郡三里浜 沖 8 哩	16	旋 網	-
151	" " " "	"	" " "	35°-48'N 133°-24'N	16	巾着網	-
152	" " " "	"	" " 18	福井県坂井郡三里浜 沖 8 哩	17	旋 網	-
153	" " " "	"	" " "	隠岐島知夫里灯台 SW15 哩	17	巾着網	-
154	" " " "	"	" " 19	隠岐海峡	18	"	-
155	" " " "	"	" " 21	"	20	"	-
156	" 6. 1	隠岐島浦郷町三度岬 青風定置	" 6. 21	福井県丹生郡越前町 干飯埼S 6 哩	20	旋 網	-
157	" " " "	"	" " 26	島根県地蔵岬NNE20 哩	25	巾着網	-
158	" " " "	"	" " 27	隠岐島西郷港NE 8 哩	26	"	-
159	" " " "	"	" " 29	島根県恵曇港W15 哩	28	"	-
160	" " " "	"	" 7. 2	隠岐島西郷港E6 哩	31	"	-
161	" " " "	"	" " 5	島根県地蔵岬ENE 沖	45	"	-
162	" " " "	"	" " 12	石川県羽咋郡富来町西海 沖合	41	旋 網	-
163	" " " "	"	" " 13	" 羽咋郡富来町海士 岬灯台NW18 哩	42	"	-
164	" " " "	"	" " "	"	42	"	-
165	" " " "	"	" " 14	石川県鳳至郡間前町鹿磯 沖合 4 哩	43	一本釣	-
166	" " " "	"	" " "	" 能登半島猿山沖	43	巾着網	-
167	" " " "	"	" " 15	福井県三国沖	44	旋 網	-
168	" " " "	"	" " 16	石川県羽咋郡富来町 西海沖合	45	"	-
169	" " " "	"	" " 21	" 能登半島猿山沖	50	"	-
170	" " " "	"	" " "	島根県隠岐島松島前	50	巾着網	-
171	" " " "	"	" " 25	" 地蔵岬ENE 22 哩	54	"	-
172	" " " "	"	" 8. 1	" N33 哩	61	"	-
173	" " " "	"	" " "	"	61	"	-
174	" " " "	"	" " 19	石川県羽咋郡富来町 西海地先	79	旋 網	-
175	" " " "	"	" " 20	"	80	"	-
176	" 6. 1	隠岐島浦郷町三度岬 青風定置	" 8. 25	石川県能登半島猿川岬沖	85	旋 網	-
177	" " " "	"	" " 28	" 羽咋郡富来町 西海村地先	88	"	-
178	" " " "	"	" 9. 4	福井県丹生郡越前村地先	95	一本釣	-
179	" " " "	"	" " 30	島根県地蔵岬NE 20 哩	121	巾着網	-
180	" " " "	"	" 10. 4	" NNE 22 哩	125	"	-

放流 番号	放流年, 月, 日	放 流 位 置	再捕年, 月, 日	再 捕 位 置	経過 日数	再捕漁具	再捕時 の魚体 記 録 cm
181	1959. 6. 1	隠岐島浦郷町三度岬	1959. 10. 11	島根県恵曇港NNW 3湊	132	旋 網	-
182	" " "	青風定置	" 10. 21	" 地藏岬NE 21湊	142	巾着網	-
183	" " "	"	" " 26	" 江角沖	147	"	-
184	" " "	"	" 11. 4	" 日御碕N/W 15湊	156	"	-
185	" " "	"	" " "	" 大社沖W 15湊	156	"	-
186	" " "	"	" " 9	" 地藏岬NE 20湊	161	"	-
187	" " "	"	" " 15	" 恵曇港と隠岐島の 中間	167	"	-

日本研年報. (6): 127-137, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6): 127-137, 1960.

生態面からみたスルメイカ系統群の追跡—II.*

加 藤 源 治

A Few Comments on the Biological Grouping of the Common Squid Derived from its Ecological Aspect—II.

BY

GENDI KATOH

Abstract

The common squid, *Ommastrephes sloani pacificus*, is caught by angling on the coast of the Japan Sea in the summer days, ranging from 13 to 30 cm in the mantle length. It consists of two separated groups with different developmental stages, the riped adult and the unriped young, sexually. The boarder line between them was found in more larger size according as from the south to the north along the coast of the Japan Sea, namely in the stage of about 20 cm in the mantle length in Oki Island, of nearly 23 cm on the coast of Niigata and of 28-29 cm on the south part of Hokkaido. Of the former two groups, the riped squid of which appearing to the coast is not constant by year and by district, may spawn probably in the offshore of the Japan Sea. On the other hand, the unriped one, which is considered to be the main subject of fishing in summer, might hatch out on the whole coast of the Japan Sea in the early spring.

In winter, the mantle length of the adult is all over 20 cm, and it has to be discussed again later as a distinguished problem that the riped and the unriped are mingled together in the same fishing ground. Generally speaking, the process developing from the unriped to the riped may pursue, as seen in Fig. 10, either of the two curves (B or C) representing the development of nidamental gland length for the mantle length.

The full-grown eggs of the common squid found in Oki Island are also oval, measuring 0.79 to 0.91 mm in long diameter (L) and 0.69 to 0.75 mm in short diameter (S). The value of S/L in summer is larger than that in winter.

The liver weight of the squid shows a tendency to decrease in summer and increase in winter. This fact is most striking in the adult squid, male and female.

The writer emphasized repeatedly in the present paper that it may be uneasy and bend the ecological reality to sum up the scanty data without the consideration of place and time the materials were caught.

著者は前報(1957, 1959)において、夏期における新潟県と富山県沿岸の一本釣によつて漁獲されるスルメイカは発生時期を異にし、生殖腺熟度の著しく異つた未成熟と成熟の2群から構成されていると述べてお

* 昭和35年度日本水産学会秋季大会(仙台)で一部発表

いた。その後の調査結果によると、このような夏期の2群構成は福井県以南島根県の隠岐島をふくむ沿岸でも同様に存在するが、対馬以南と北海道の南部水域ではみられない日本海中部沿岸一帯での特徴ある現象と考えられる。夏期におけるこれら2群のうち、未成熟群は安井・石戸(1955)のいう普通群とみられ、日本海沿岸水域では冬期の12月から翌年の3月ごろまでの長期間にわたって発生したと考えられるが、これに反して夏期の成熟群は、夏秋期に日本海沿岸水域で発生したとみられる幼稚仔の発見がほとんどみられないことと、日本海沿岸水域でのこの成熟群の発現は毎年の恒常的な現象でなく、年度により、水域により出現に多少がある点などから勘案して、これらの夏期成熟群は恐らく日本海沖合で産卵、孵化するものとみたい。この報告では生殖腺熟度を中心として産卵群の夏期と冬期の相異なる諸点について若干の知見を述べようとするものである。

日本海区水研では昭和30年以降現在まで、日本海沿岸資源調査の一環として、日本海沿岸の各水試に依頼してスルメイカの計測調査を実施しており、その調査内容としては各漁獲時期における雌雄別の外套背長、体重、肝臓重量、胃重量とその内容物、生殖腺の熟否及び重量、鰾卵腺長などである。日本水研浦郷支所ではさらに雌の口唇部に植え付けられた精虫嚢と受精嚢数、寄生虫数の計測を実施している。また、各水試の計測資料は1部をのぞくほかの大部分が夏期のみのものであるもので、冬期のものについては周年にわたり計測している浦郷支所の資料を引用した。しかし、全般的にみて、毎回の計測期間が短く、その尾数がいずれも僅少なので、この欠を補う意味で数年にわたる同一時期のものを合算しているが、毎年同様な生態的回帰を示さない場合がみられるので、この点には十分な注意を払いながら取纏めをした。また、本報告ではとくに雌に重点をおき、雄については必要な事項以外は割愛してある。これは雌では各時期における鰾卵腺長が生態的にみてよい指示形質となつているのに対し、雄ではこれに匹敵する形質が求められていないからである。

雌における生殖腺の熟度判定は輸卵管中に熟卵発見の有無によつて熟卵保有個体と未熟卵個体にわけた。また、熟卵が輸卵管のみでなく卵巢中にも散見する個体をとくに完熟卵保有個体として取扱つた場合もある。しかし、このような熟否の判定には疑問の点も多々あるので、今後はさらに組織学的な検討を要すると思うのであるが、ここでは便宜上、従来通り輸卵管中に多少にかかわらず熟卵をもつ個体を成熟雌とし、熟卵のない個体を未成熟雌という表現を用いておいた。また、筆者は最近、各種の生物学的な事象に対する平均値という概念に多分に懐疑的になつたので、この報告ではつとめて作図のみによつて直截な解析を試みようとしたのである。

1) 生殖腺熟度

A. 夏 期

日本海に関するかぎり、沿岸はもちろんのこと、沖合にでもスルメイカは生棲している。これを周年的にみても、漁獲上からは時期によつて多少があつても、各水域には年間を通じて常棲しているとみても差支えないようである。川名(1928)によれば、能登以北、北海道にわたる水域でのスルメイカの産卵は、その稚仔やメイカの発現からみて、ほぼ周年であるとみ、浜部・清水(1959)も隠岐島における熟卵保有雌が周年にわたつてみられるところから、その産卵も周年行われると考えている。事実、日本海沿岸のスルメイカには、たしかに周年にわたつて熟卵保有個体が発見され、その発生期間は相当長期間にわたっているが、熟否を鰾卵腺長別にわけてみると、日本海沿岸のスルメイカでは夏期と冬期に二つの異つた生殖腺の熟度構成がみられる。

第1表は周年にわたつて観察されている隠岐島周辺のスルメイカの生殖腺の熟否を中心として、熟卵保有の初期である外套背長 20cm 以上の成体について月別にみた平均の生殖腺重量である。これをみると、雌では4月から10月までは、その過半が熟卵保有の個体のみで占められ、11月から翌年3月までは熟卵保有個体が少くなり、未熟個体が多くみられているが、雄では年間を通じ夏期に若干の未熟個体をみるだけで、成熟個体が絶対的に多い。また、11月から3月までの性比をみると、12月から1月に雄が優勢であつて、浜部・清水(1959)による、交接群としての「寄リイカ」の生態を物語っている。また、隠岐産のスルメイカでは筆者(1959)が別に示したごとく、毎年4月から5月にかけて年間で最小の外套背長となるにもかかわら

第 1 表 スルメイカ雌雄の生殖腺重量の月別平均

月	♀				♂			
	熟		未 熟		熟		未 熟	
	尾	g	尾	g	尾	g	尾	g
Ⅲ	50	16.30± 6.60	181	4.25± 2.46	170	13.10± 3.65	11	7.50
Ⅳ	26	27.50± 11.84	3	4.15± 2.37	11	10.65± 3.24	1	7.50
Ⅴ	39	30.60± 13.47	6	2.50	35	11.80± 2.69	3	7.50
Ⅵ	105	29.30± 10.24	1	2.50	49	13.20± 2.86	14	3.55± 2.06
Ⅶ	70	28.55± 12.47	5	6.50± 2.00	65	13.40± 3.82	4	3.75± 2.17
Ⅷ	62	24.20± 10.43	2	2.50	43	15.75± 3.72	5	7.50
Ⅸ	25	24.50± 8.49	—	—	18	14.45± 2.95	—	—
X	64	23.85± 7.71	4	3.75± 2.17	161	16.90± 3.30	—	—
Ⅺ	159	22.90± 16.06	212	5.95± 3.76	257	18.10± 4.06	1	12.50
Ⅻ	147	14.25± 7.47	425	4.25± 2.59	659	16.50± 3.20	—	—
Ⅰ	139	14.45± 6.03	169	5.05± 2.61	435	17.15± 2.96	—	—
Ⅱ	133	14.45± 5.74	327	5.05± 2.59	285	15.25± 3.19	8	8.15± 1.64
	1,019		1,335		2,188		47	

資料：隠岐 Ⅲ，1955～Ⅱ，1960

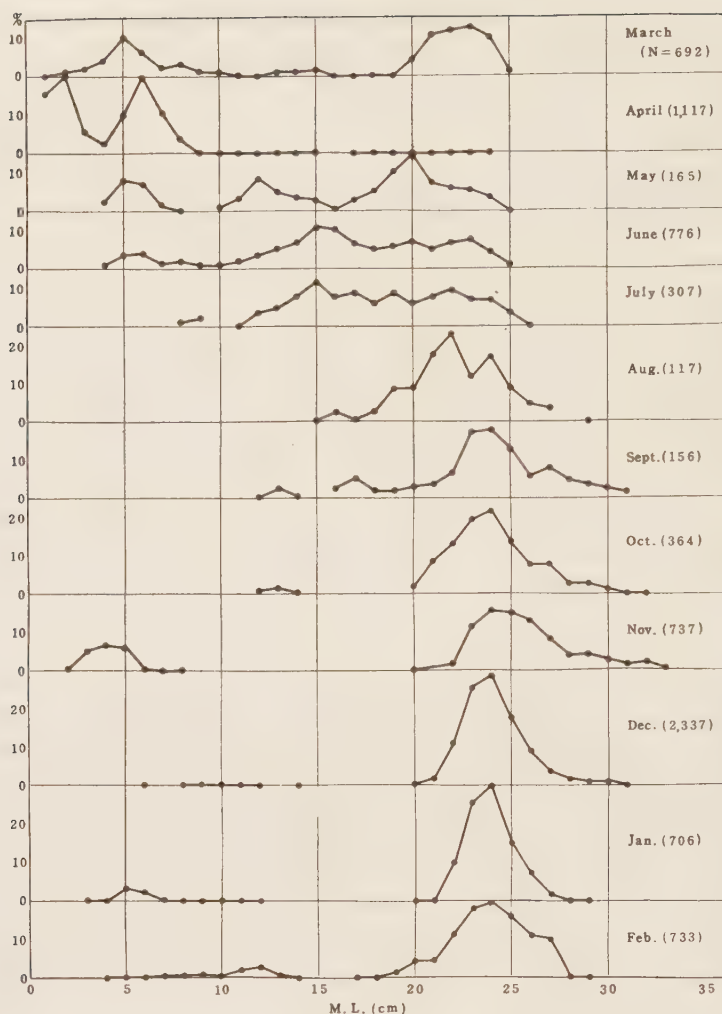
す、生殖腺重量ならびに嚢卵腺長が割合と大きく、冬期の場合は後にも述べるように、これとまったく反対な傾向を示す点にも注意しておく必要がある。なお、昭和30年から現在までの資料について季節別にみた成熟雌の外殻背長の出現範囲は春（Ⅲ—Ⅴ）20～25cm、夏（Ⅵ～Ⅷ）22～27cm、秋（Ⅸ～Ⅺ）23～33cm、冬（Ⅻ～Ⅱ）で 23～28cm となっており、春が最小、秋が最大を示しているが、これには秋イカという巨大なスルメイカ群が隠岐周海に接岸して混在するためと考えられる。これを生殖腺重量の分布範囲からみると、4 季を通じての最低値はいずれも 5～10g であるが、最高値は昭和30年の夏と昭和32年の春に約60g、秋（昭和30年）に約80g、冬（昭和31年）に55gであつて、冬が最低、秋が最高値となつている。

高橋（1960）によれば、三重県沿岸のスルメイカでは生殖腺重量が11月から増大し、その最大値は1月から3月にみられるとのことであるが、隠岐の場合、このような傾向は雄のみにみられる点から考えて、太平洋岸のスルメイカでも日本海と同様傾向をたどるものとするならば、高橋の資料では雄個体が多く計測された結果の値と考えられる。

第1図は昭和25年10月から同33年2月までの間に隠岐で計測された全資料について月別に外殻背長の出現頻度を画いたものである。これでは年による組成の相違はみられないが、全般的には林（1957）による対馬から五島一帯の稚仔採集記録と同様、外殻背長 10cm 以下の幼稚仔の出現は11月から翌年6月ごろまでの晩秋から初夏までの長期間にわたっている。また、雌雄ともに成体は外殻背長にして 20cm 以上の個体であつて、8月から翌年1月までに多く出現しているし、2月から7月にかけては幼稚仔とともに成熟度の高い成体の混在している模様も看取することができる。

また、隠岐における5月以降9月までに一本釣で漁獲されたスルメイカについて外殻背長と嚢卵腺長の関係を熟度別に画いたのが第2図であつて、黒い大きな丸は熟卵保有個体、小さな丸は未熟卵のそれであるが、これによると外殻背長 20cm 附近を境として未熟卵から成熟卵に急激に移つている過程を眺めることができ、隠岐における夏期の未熟、成熟の2群構成が認められる。この当時の未熟雌の外殻背長が 20cm 前後までは嚢卵腺長が1～2cmの範囲に分布しており、成熟卵をもつ雌では同7cm以上の個体となつている。

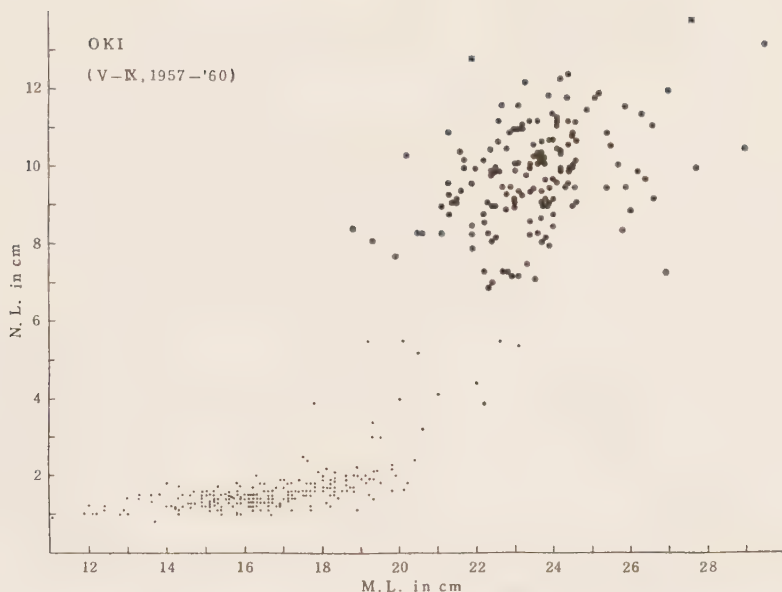
このように夏期における発生時期を異にした2群構成は第3～5図で示したように、兵庫県から福井、富山、新潟沿岸産のものでもみられるが、新谷（1958）によつて山形県飛鳥産スルメイカについても、これと同様な事実が確認されているので、日本海沿岸における夏期のスルメイカでは島根県から山形県沿岸まで、この種の2群構成がみられるものと思われる。また、未熟雌から成熟雌にうつる境となる外殻背長は日本海



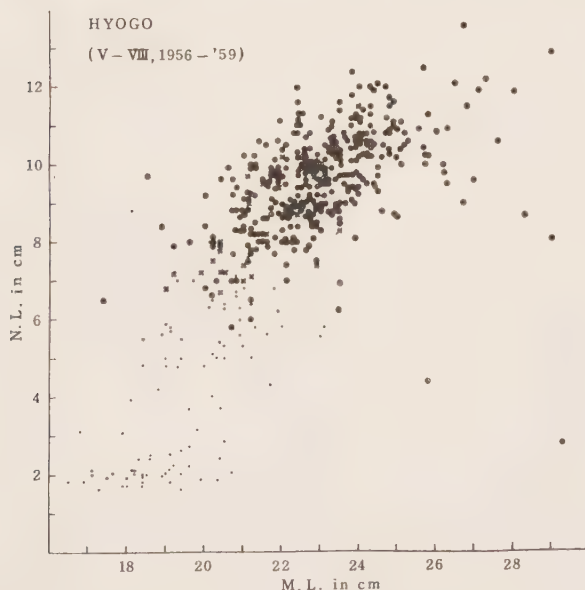
第 1 図 隠岐島産スルメイカの月別外套背長出現頻度 (Oct. 1950~Feb. 1958)

沿岸を北上するに従い次第に大きい方にうつっていくようである。すなわち、兵庫県（第3図）の場合はまだ隠岐島に近い関係から大体同様であるが、福井県（第4図）では外套背長が 21cm 以上になつても若干未熟雌がみられ、新潟県沿岸（第5図）のものでは 23cm 前後までみられ、北海道南部（加藤，1957）では実に 28~29cm のスルメイカについても相当多くの未熟卵のみをもつ雌個体が発見されているのである。

夏期におけるこれら2群のうち、未熟卵をもつスルメイカは安井・石戸（1955）のいう普通群とみられ、毎夏恒常的に沿岸一本釣漁業の主対象となるもので、毎年12月下旬から翌年3月下旬ごろまでに日本海沿岸各水域で産卵、孵化したものと考えられる。一方、夏期の成熟雌は毎夏沿岸に出現するものではないらしく、年によつて、水域によつて漁獲に多少がみられることと、その成熟雌から発生したと考えられる稚仔群の発見が僅少か、またはほとんど皆無な点から類推して、これらの夏期成熟群は恐らくは日本海沖合に移動して産卵行動をとるものと考えられる。第6図はその夏期成熟群の年による出現に多少のある1例を示すものであつて、昭和30年から同33年までの4月から9月までの期間に新潟県沿岸における一本釣スルメイカの経卵腺長別にみた出現頻度である。ここに示したように、新潟県沿岸では昭和31年の夏にとくに多く成熟雌が出現したわけで、このような傾向は日本海沿岸での夏期に一般にみられる現象のようである。

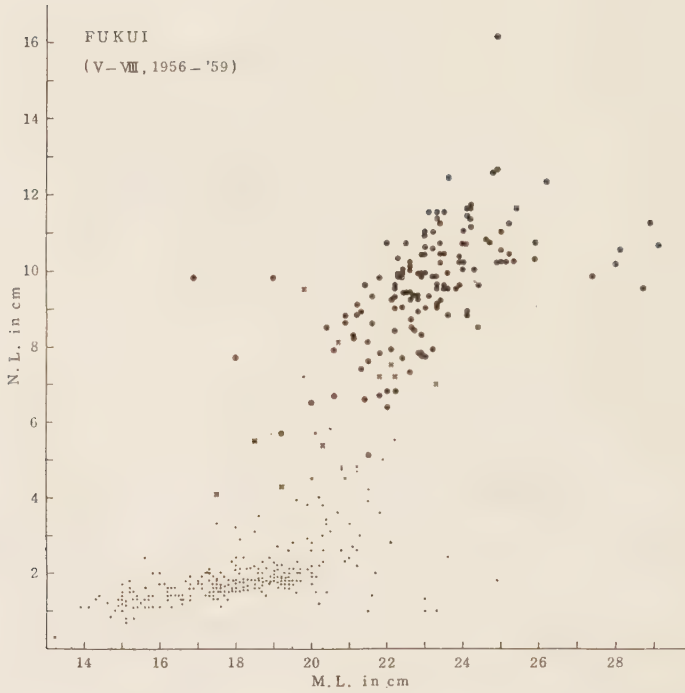


第 2 図 夏期におけるスルメイカの胴長と纏卵腺長との関係（隠岐）

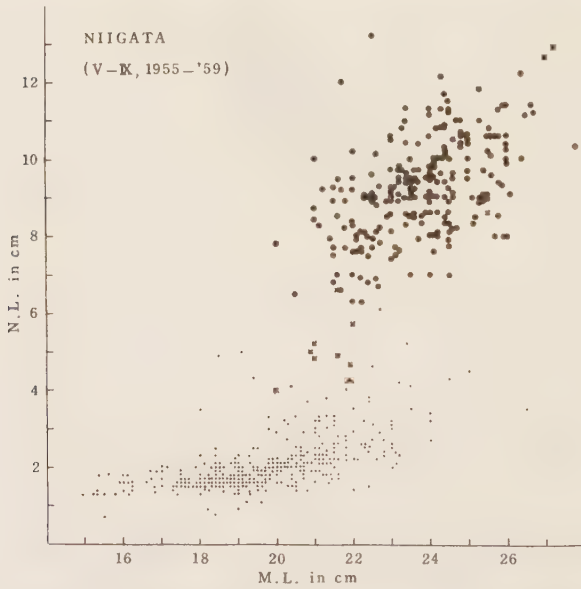


第 3 図 夏期におけるスルメイカの外套背長と纏卵腺長との関係（兵庫）

なお、添田（1956）は北海道南部のスルメイカについて産卵中の最小形と未交接個体の最大なものとの外套背長の差が約 70mm もあることから、産卵の開始初期とその終期との間に外套背長に縮小現象があるかも知れぬと提示しており、新谷（1958）もこの点に触れ、この傍証として隠岐のスルメイカについての外套背長と纏卵腺長の関係を図示し、未熟個体の最高値附近から成熟個体の集りに連絡するような型で分布していると述べている。しかし、ここで問題となるのは新谷による隠岐の資料の取纏めには時間的な考慮がなされていない点である。隠岐の場合に関する限りでは別項にも述べたごとく夏と冬とはまったく異った生態系



第 4 図 夏期におけるスルメイカの外套背長と縄卵腺長との関係 (福井)



第 5 図 夏期におけるスルメイカの外套背長と縄卵腺長との関係 (新潟)

から構成されている関係上、1 月から 7 月という長期を一束にして作図しているところに誤解を生む原因が潜んでいたようである。すなわち、第 7 図は新谷の報告から複写したものであるが、上部の縄卵腺の大きい成熟個体は夏期のものであり、下部の未熟個体群は冬期のものであるのに、これらを同時的に混同して解釈したと考えられるのである。

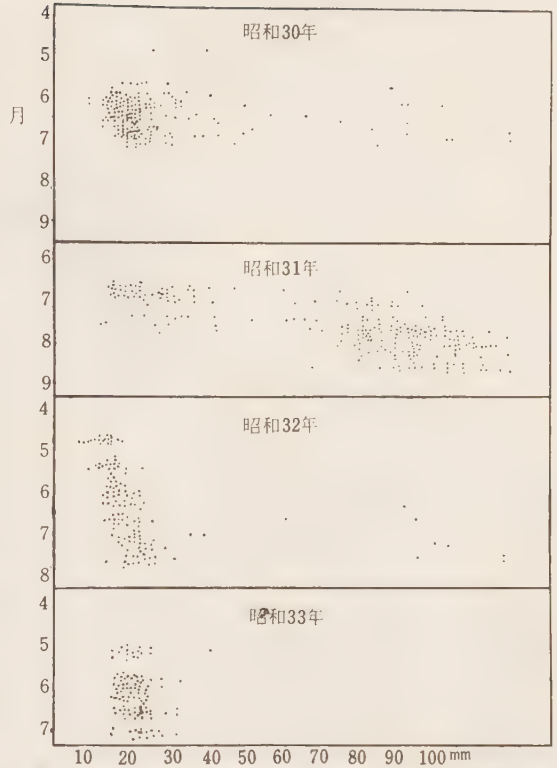
新谷 (1958) はまた長崎県五島有川湾の冬イカでは12月から3月にかけて外套背長が縮小するにもかかわらず、縷卵腺長は反対に増大する傾向を問題とし、成熟の初期から完熟への過程において外套背長の縮小が行われるのではないかと述べているが、これについても隠岐におけるこの当時の外套背長と縷卵腺長の時間的な変化からみて、そのような事実を認めることはできないようである。

B 越冬期

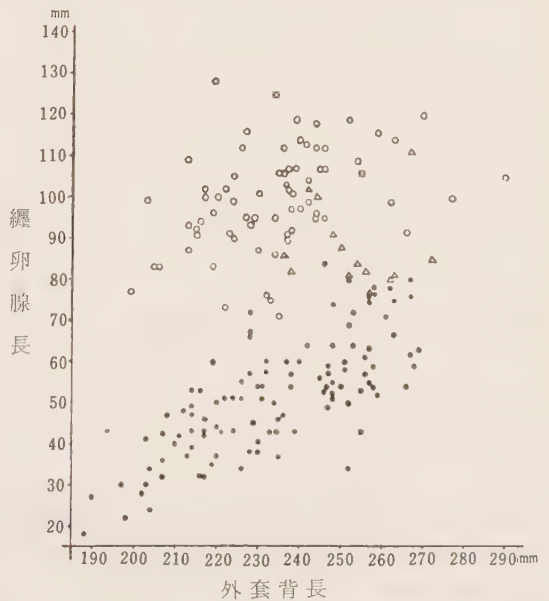
日本海沿岸における冬期間のスルメイカの計測は隠岐島以外では富山湾で若干行われているだけである。第8図は隠岐島で冬期(Ⅻ～Ⅰ)に大体定置網によつて漁獲されたスルメイカの外套背長と縷卵腺長の関係であつて、第2～5図と同様、大きい黒丸は熟卵をもつもの、小さい黒丸は未熟卵のそれであるが、冬期には夏期とはその容相がまったく異なり、外套背長ではほとんどすべて20cm以上の個体だけであるにもかかわらず、輸卵管か卵巣内に熟卵有無両様のスルメイカ成体が混在している。この場合、熟卵保有雌の出現中心は外套背長にして26～27cmと夏期よりも若干大型であり、縷卵腺長では夏期には10cm前後にモードがみられるのに、冬期には幾分下廻つてゐる。日本海沿岸の冬期におけるこのような傾向は計測値が値少であるが、第9図のごとく富山湾での一本釣によるスルメイカにもみられるので、このような点から類推すると、日本海沿岸では冬期滞留を予測される若狭湾や両津湾の場合でも同様とみて差支えないであらう。

日本海沿岸の冬期間のスルメイカについての計測は現在までのところ、上記2例以外に纏つたものはないが、大体において外套背長20cm以上のもので生殖腺熟度からみて成熟卵をもつものと、もたぬものが混在しているところに特徴がみられるのである。

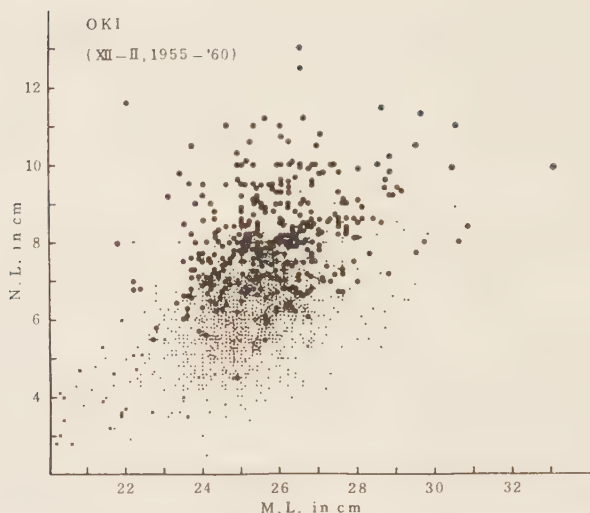
隠岐島をふくむ日本海沿岸における冬期のスルメイカには北水研函館支所によつて実施された標識放流個体が発見されている事実からみて、北部日本海沿岸からの南下群であると考えられている。新谷 (1958) によれば、津軽海峡で11月ごろ採捕されるスルメイカの雌では交配完了後の個体の出現率が1.1%で



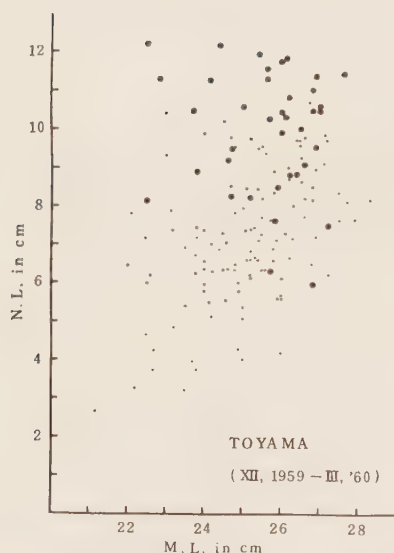
第6図 夏期新潟県沿岸におけるスルメイカ縷卵腺長の年度別出現頻度(新潟水試, 1958)



第7図 成熟未成熟雌の外套背長と縷卵腺長との関係(新谷, 1958)
(隠岐, 1958年1～7月, ○: 成熟, △: 成熟初期, ●: 未熟)



第 8 図 冬期における外套背長と鰓卵腺長との関係（隠岐島）



第 9 図 冬期における外套背長と鰓卵腺長との関係（富山湾）

あるのに、南下群となつて冬期間隠岐島で漁獲されたもののそれは76.1%と高率を示しているとのことであるから、北海道南部における、秋期のスルメイカは交接行動をとりながら、南下していくものとみたい。第8図に示されているように冬期に採捕された隠岐島産のスルメイカでは外套背長が20~21cm附近にある若干の雌個体(×印)を除いたほとんどすべてが、熟卵保有の有無を問わず交接を完了している。

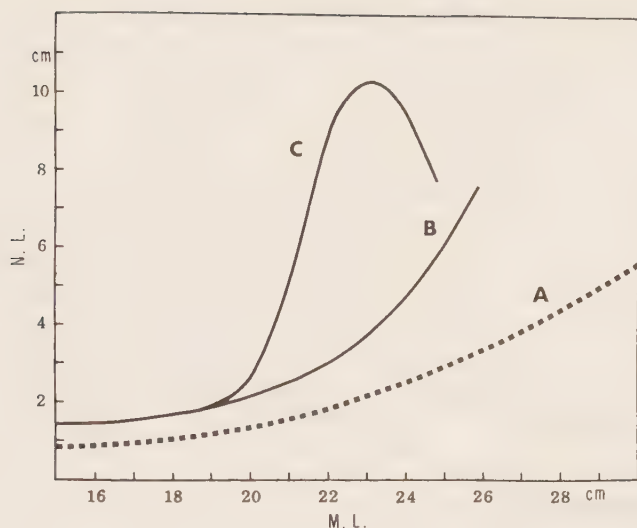
卵巣や輸卵管内の熟卵の有無だけで生殖腺の熟否をきめることには多分に問題が残るが、スルメイカの成長に伴う鰓卵腺の伸長を吟味しておくことはスルメイカの生態究明上からみて重要な課題のひとつである。

外套背長に対する鰓卵腺の伸長には第10図に示したような2曲線(B, C)を想定することができる。すなわち、日本海沿岸の夏期のスルメイカでは、先にも述べたように沿岸を北上するに従い未熟イカの外套背長が大きくなるとと、冬期のスルメイカでは夏期のものと較べると当然熟卵をもっていると考えられるような大型でも熟卵をもたない雌が多くみられる点から同図のB曲線が画かれるし、夏

期末熟群の最大外套背長と成熟群の最小外套背長のものでは鰓卵腺の急激な伸長現象が類推できる点を考えて画いたものがC曲線であつて、この曲線の最上端から下降しているのは放卵後、鰓卵腺が収縮していく過程を予想したものである。なお、同図A曲線は新谷(1958)による北海道南部におけるスルメイカの外套背長と鰓卵腺長の関係であるが、未成個体群の部分でB, C曲線と一致しないのは、この当時における日本海沿岸の未成熟個体の方がより長い平均鰓卵腺長をもつからである。

2) 熟 卵 径

スルメイカでは輸卵管や卵巣中にある多少楕円形をした飴色で透明な熟卵をもつ産卵個体は日本海沿岸では周年みられるが、その卵径は熟度、時期、水域などによつて多少異つていようである。第2表は隠岐島で漁獲されたスルメイカの完熟雌からとり出して計測した卵径であるが、1959年のものはいずれもホルマリン



第 10 図 スルメイカの外套背長と纏卵腺長との関係

固定の資料を用い、1960年のそれは漁獲直後の計測から平均卵径を求めたものである。

この長でみると、隠岐島産スルメイカのもつ完熟卵では、冬期の方が夏期に較べて長径が幾分大きく、短径はあまり変わらないので、冬期から夏期に移るに従い、次第に円形に近づく傾向がみられる。このような傾向は現在のところ系群の相異によるものか、水温その他の環境によるものかわからない。

なお、添田(1956)によれば豊後海峡附近のスルメイカの熟卵は長径 780μ ；短径 750μ であり、林(1960)の実測した1960年3月、五島有川湾で採捕したスルメイカの熟卵では長径 $0.90\sim 0.92\text{mm}$ ，短径 $0.77\sim 0.80\text{mm}$ であつたという。

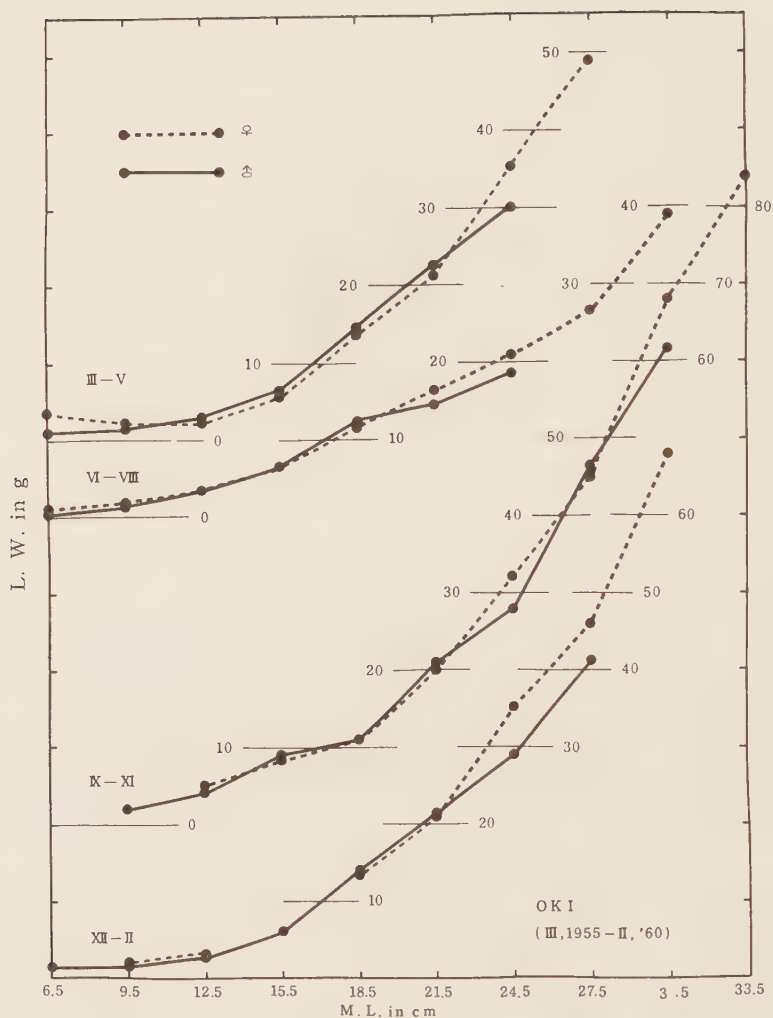
第 2 表 スルメイカ熟卵の平均径 (mm)

水 域	採 捕 月 日	調査尾数	測定回数	長 径 (A)	短 径 (B)	A/B
隠 岐	1959 年 1 月	16	79	0.91 ± 0.05	0.72 ± 0.03	0.79
〃	〃 2 月	8	40	0.92 ± 0.05	0.74 ± 0.04	0.81
〃	〃 3 月	7	35	0.89 ± 0.04	0.74 ± 0.03	0.83
〃	〃 5 月	7	35	0.85 ± 0.05	0.73 ± 0.04	0.87
〃	〃 6 月	5	25	0.79 ± 0.02	0.69 ± 0.03	0.88
〃	1960 年 5 月	1	20	0.82 ± 0.04	0.70 ± 0.00	0.85
〃	〃 7 月	1	20	0.84 ± 0.05	0.75 ± 0.04	0.90

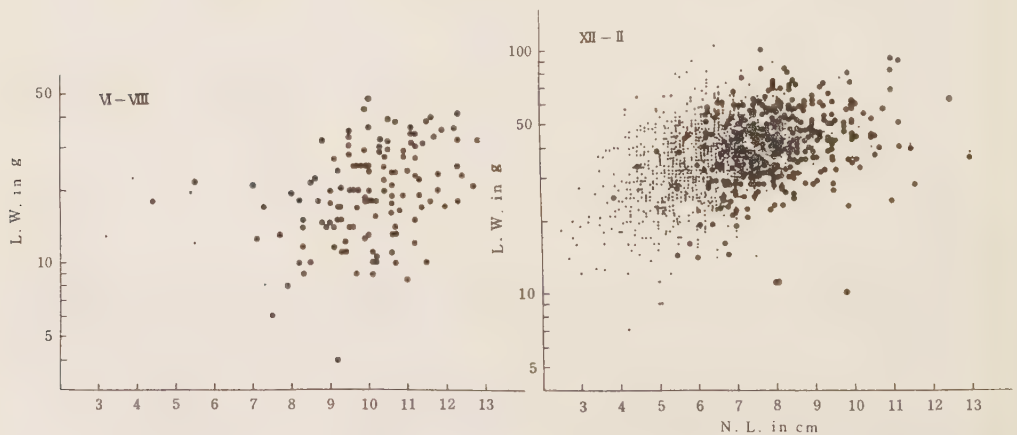
3) 肝 臓 重 量

スルメイカの肝臓重量についての最近の業績は奥田・武田・竹谷(1955)，川田・高橋(1955)，高橋(1960)などによって報告されているが、前2者は北海道南部産であり、後者は太平洋岸三重県尾鷲市附近産にあつたため、日本海沿岸産のものと直接比較検討することはできない。また、奥田の場合無作為に400尾を使っているが、川田、高橋の報告ではわずかに10~20尾の僅少個体数で偏りが多いこと、いずれも雌雄込みにしていること、雌雄別の性的成熟度を無視しているなどの諸点に若干の問題が残っている。

また、高橋(1960)によれば、三重県沿岸のスルメイカの肝臓重量は5月を最低として翌年1月まで徐々



第 11 図 スルメイカの 4 季別外套背長別の平均肝臓重量の出現比 (隠岐)



第 12 図 スルメイカの 經卵腺長に対する肝臓重量 (隠岐)

(OKI, 1955-'60)

に増大するとのことであるが、隠岐のみでなく、日本海沿岸で漁獲されるスルメイカでは雌雄とも成熟、未成熟のいずれもの肝臓重量は夏期に年間の最低値を示すのが一般のようである。すなわち、日本海沿岸のスルメイカの肝臓重量は周年とも外套背長に比例して多少があるが、これを4季別にしてみると、第11図にみるように、夏期に減少し、冬期に増大しており、この傾向は成体とみられる外套背長 20cm 以上の雌雄においてとくに顕著である。

新谷(1958)によれば、飛島で夏期に採捕したスルメイカ成熟個体の観察から、産卵行為に入つたものでは肝臓重量の減少がみられると述べており、その成熟個体では未熟個体より嚢卵腺が長大になっているにもかかわらず、肝臓重量が却つて減少していると説明しているが、これも夏と冬の生態的にまったく異質の系群を混同して同時に画いたための誤解とみたい。この実証として隠岐における夏期(VI~VIII)と冬期(XII~II)の嚢卵腺長に対する肝臓重量をプロットしたものが第12図であるが、両期の熟卵個体を比較してみると、夏期の方が嚢卵腺長では大きくなっており、これを冬期だけのものについてみると、嚢卵腺長では7cm前後を境として未熟と成熟個体が分布しているが、肝臓重量からみると、未熟、成熟ともあまり大差はみられないようである。

以上の報告を取纏めるに当つては北水研函館支所、日水研浦郷支所並びに日本海沿岸各水試からの諸資料を引用させていただいた。また、作図や浄書については日水研阿部技官に負うところが多かつた。ここに記してもつて深謝の言葉とする。

引用文献

- 新谷 久 男(1958). スルメイカに関する研究. 水産庁対馬暖流開発調査報告書, 第4輯.
 浜 部 基 次・清 水 虎 雄(1955). スルメイカの「寄り現象」について. 日水研年報, No. 2.
 浜 部 基 次・清 水 虎 雄(1959). 隠岐におけるスルメイカの「寄り現象」について-II. 日水研年報 No. 5.
 林 秀 朗(1957). 九州海区スルメイカ調査に関する報告(プリント). 九州海区スルメイカ班.
 林 秀 朗(1960). スルメイカの発生. 長崎大学水産学部研究報告, No. 9.
 加 藤 源 治(1957). 日本海区スルメイカ調査に関する報告. 日水研スルメイカ資料, No. 1.
 加 藤 源 治(1959). 生態面からみたスルメイカ系統群の追跡-I. 日水研研究年報, No. 5.
 川 田 寛・高 橋 喬(1955). 桑魚の利用に関する研究-I. 魚体の各部分比及び其の組成の季節的变化. 水産学会誌 Vol. 20, No. 10.
 川 名 武(1928). 探海丸するめいか調査概況. 北海道水試.
 新潟県水産試験場事業報告. 昭和33年度.
 奥 田 行 雄・武 田 二 雄・竹 谷 弘(1955). スルメイカの各部重量組成に関する研究. 北水研報告, No. 12.
 添 田 潤 助(1956). スルメイカ *Omnastrephes sloani pacificus* (STEENSTRUP) の生態並びに繁殖に関する研究. 北海道水試水研研究報告, No. 14.
 高 橋 喬(1960). イカの利用に関する研究-III. スルメイカ魚体の各部分比およびその組成の季節的变化について. 日水産学会誌 Vol. 26, No. 2.
 安 井 達 夫・石 戸 芳 男(1955). スルメイカ *Omnastrephes sloani pacificus* の成長度と産卵期について. 東北水研研究報告, No. 4.

日水研年報, (6): 139-147, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6): 139-147, 1960.

春季隠岐島近海に浮上するイカ類幼生の分類について

浜 部 基 次*

Notes on the Classification of the Larvae of Squid Rising to the Sea Surface in Spring Around the Oki Islands

BY

MOTOTSUGU HAMABE

Abstract

In connection with early development of the squid, *Ommastrephes sloani pacificus* STEENSTRUP, observed experimentally (HAMABE 1960), an attempt has been made to establish, if possible, morphological continuity from the larvae hatched out under a laboratory condition to those having occurred off the Oki Islands during the 1955 to 1958 seasons (Table 1 and Fig. 1).

Of the material collected, the dominant looked like a lantern with the mode of mantle length forming at 30 to 60 mm. In the spring months of 1956 and 1958, however, considerable numbers of another type shaped like a helmet were collected mixedly with the lantern type. Most of them measured less than 10 mm. in mantle length (Table 2). As such a mixed occurrence occasionally takes place in the area under report, with the former being rarely smaller than 100 mm., while the latter never greater than 20 mm. in mantle length, they are generally believed to belong to a single species, *O. sloani pacificus*. However, correlation between the seasonal trends of the squid catch and the larval occurrences in the area may suggest that the lantern type can be tentatively regarded as the larva of *O. sloani pacificus*, while the helmet type as that of *Loligo bleekeri* KEFERSTEIN (Tables 1 to 3).

The fact that *O. sloani pacificus* is the predominant species of Oegopsida occurring in the area made it possible to identify the lantern type as such according to comparable characteristics of that species hatched out experimentally: the rostrum of the tentacle, pigment pattern of the body, and the arrangement of tooth processes on the sucker of the tentacle (Figs. 2 and 3).

The helmet type was identified as *L. bleekeri* by comparing morphological differences from other species of Myopsida, similarity with and continuity from the larvae of that species obtained immediately after hatching (Figs. 4 and 5).

When HAYASHI and IIZUKA (1953) described pelagic, elliptical larvae of unknown species of squid with the largest diameter measuring about 1 mm., they had not enough evidences to identify them as to species, except calling them prerhynchoteuthis stage. In that regard the author also believes no possibility of identifying these larvae as *O. sloani pacificus* whose eggs and larvae observed so far are demersal and do not show characteristics of the prerhynchoteuthis larvae (Figs. 2 A-B).

* 日本海区水産研究所浦郷支所(島根県知夫郡浦郷町)

I. 緒 言

隠岐島では周年各種のイカが獲れる、そのなかでも特に冬から春にかけて周海にイカ類幼生が夥しく浮上し、一般にスルメイカの仔と総称されているが、これを詳細に検討すると、時に、その圧倒的多数が実は別種のイカであつたりすることが認められる、そこで、隠岐島周海で出現期を同じくする2種のイカ幼生について、その混合の様相と両種の幼生の分離を検討した。

本文に入るに先立ち校閲の労をとられた日水研所長内橋潔博士と資源部長加藤源治技官に、また協力を得た浦郷支所清水虎雄技官に、文献を貸与された浜田水産高校長 長谷川勝蔵先生に、スルメイカ標本を贈与された熊本水試浦田勝喜技師とイカ卵を贈与された鳥取水試下田哲資技師に深謝し、数年の長期にわたり幼生採集に協力頂いた浦郷町漁民小新武夫氏に厚く御礼申し上げる。

II. イカ類幼生の採集場所と採集状態



第 1 図 幼生採集場所

イカ類の幼生採集は隠岐島西ノ島の定置網（青風、柱島、赤島、島根漁場）で、朝の揚網時に震網内に浮上するものをモジ網タモで掬い獲った（第1図）。これらの定置網のうち青風漁場は外海に設置されたブリ定置網で、操業期間は4～7月に当り、柱島、赤島、島根漁場は浦郷湾内に設置されたスルメイカ定置網で操業期間は10～3月である。8～9月の定置網の空白期は巾着網灯船などを利用して採集した。

採集尾数をみると、イカ類幼生の浮上期間は隠岐島では通常11～7月の間で、11～3月は外套背長9mm以下が多く、30～60mmにモードのある提灯型（仮称）幼生が散発的に少数ずつ獲れる。しかし、後半の4～5月には9mm以下のヘルメット型（仮称）幼生が濃密に浮上し、しばしば大量に獲れる。

両者の浮上観察では、同一網内でヘルメット幼生はその種だけで群集するのに対し、提灯型幼生は各個に分散し、せいぜいほぼ同じ外套長の個体数尾ずつが小群となつてにすぎない。これら2種の幼生は隠岐島近海産のイカ幼生としては代表的なものであるが、奇妙なことに外套背長9mm以下で提灯型が少なく、10mm以上でヘルメット型が少なくなっており、前者の出現が殆んど中絶するころに後者がこれに接統するかの如く出現するので、見掛け上同一種の幼生の接統関連と見過されやすい（第1、2表）。

III. 幼生の産出母群

幼生採集点の青風漁場は幼生は頻しく入網するが、イカ類の成体は極めて乏しく通常魚箱にして1～2箱

第 2 表 定置網漁獲物に混じた提灯型及びヘルメット型イカ幼生の尾数(1956~1958年度漁期)

年 月	IV, 1 9 5 6	IV, 1 9 5 8	V, 1 9 5 8
外套背長階級 (mm)	提 灯 型 : ヘルメット型	提 灯 型 : ヘルメット型	提 灯 型 : ヘルメット型
<9.9	143 : 879	59 : 146	13 : 112
10.0~19.9	143 : 122	248 : 8	269 : 8

第 3 表 隠岐島浦郷湾定置網によるイカ類月別漁獲量 (1955~1958年度漁期)

(単位: kg)

年度	種 別	1 0 月	1 1 月	1 2 月	1 月	2 月	3 月
1955	スルメイカ	386	22,210	11,082	113,134	1,259	1,972
	ヤリイカ	0	0	0	6	798	28
	ブドーイカ	379	207	0	0	0	0
1956	スルメイカ	0	34	228,733	111,944	55,382	15,803
	ヤリイカ	0	0	28	233	1,261	205
	ブドーイカ	8	21	0	0	0	0
1957	スルメイカ	8	83,689	227,505	123,578	114,285	11,888
	ヤリイカ	0	0	4	724	1,335	386
	ブドーイカ	705	874	11	0	0	0
1958	スルメイカ	137	89,060	329,653	55,232	9,680	17,177
	ヤリイカ	0	0	10	461	548	832
	ブドーイカ	190	81	0	0	0	0

の程度にすぎない。これに反して浦郷湾内の3漁場は圧倒的なスルメイカ群団について、ヤリイカ、ブドーイカなどが青嵐と比較にならぬほど入網する(第3表)。元来スルメイカ、ヤリイカ、ブドーイカの3種は定置網漁業に限らず隠岐島におけるイカ漁業の主要対象種であつて、これらのうちに前述2種のイカ幼生の産出母群があるものと考えられる。

隠岐島周海のスルメイカについてはすでに「秋イカ」群が典型的な産卵群で、「冬イカ」群が初期産卵群であることを明らかにしている(浜部・清水, 1959)から、幼生の浮上と関連して秋・冬季に産卵する可能性の最も大きいのはスルメイカと考えられる。スルメイカの卵の孵化口数は水温15~20℃で4~5日を要し、1mm前後の孵出幼生は2日後には游泳しうるものと推察される(浜部1960)ので、幼生群の浮上は産卵群の滞泳と時期を同じくし、両者歩調を合せて消長するものと判断される。

ヤリイカ群は例年12月ごろ忽然として隠岐島沿岸に出現し4月ごろまで陸岸に接近しかつ内海に進入して産卵を行う。この種の雌雄は全て完全に熟しており、雌はすべて米粒状の透明熟卵を数100~1,000個近く保有しており、しかも出現初期の雌ほど熟卵数が多いものである。産卵期のヤリイカ雌雄は沿岸寄りの砂礫底に卵囊の大団塊を産みつける(McGOWAN 1954)ほか、沿岸随所の地物、藻類、構造物等に長紡錘形の卵囊を多数産みつけることが知られており、この卵は水温10℃で40~50日の孵化日数を必要とする(諫早1934)。3mm前後の孵出幼生は孵化直後から自由に海中を游泳する。隠岐島にヤリイカ産卵群が接岸するのが12~4月とすれば、幼生の浮上期は1~5月と考えられ、スルメイカほど圧倒的群団でないにしても、ヤリイカ群は幼生産出母群の一と判断される。

隠岐島沿岸でシロイカと俗称されるブドーイカは5~10月に島周の一本釣、定置網、巾着網で漁獲され、沿岸では10月以後漁獲が減じ、10月以後翌年3月までの間は12月を盛期として山陰沖合一帯の底曳漁場で底

曳網に大量に漁獲される（日本研底魚資源調査要報 1～3）。筆者が4～10月に隠岐島沿岸の一本釣で釣獲したブドーイカは、体形の大小にかかわらず、雌雄とも内部生殖器官は未発達で、これによる雌雄の弁別さえ不可能であった。しかし、11月になると、雄はほとんど（約60～80%）完熟して精莖をもち、雌の一部に交授したものと、産卵可能と思える完熟雌が混在するようになる。このことからみると沖合の底曳漁獲対象群は、まだこのものについて精密生物調査を実施していないが、産卵群とみてほぼ間違いないように推察される。

このことから、隠岐島近海に出現するイカ幼生の考察に当つては、日本海西南海域の全般的傾向としてヤリイカ科のものでは、ヤリイカとブドーイカの幼生が、産卵海域の沿岸、沖合の局地的相異はあるにしてもほとんど時期と場所を同じくして出現するとみられる。

これまで述べてきたところによつて、2種の幼生群とその母群の関係は、各々の出現期との関連から、提灯型幼生とスルメイカ、ヘルメット型幼生とヤリイカ及びブドーイカを組み合わせる事が妥当であると考えられる。

Ⅳ．提灯型幼生とスルメイカの関連

スルメイカ科の幼生は触腕の融合伸長によつて柱状の吻を形成している。この吻はスルメイカ科に特徴的であつて、この吻を具へた幼生を *Rhynchoteuthis Larvae* と称している (NAEF 1923～1928)。

そこで2種の幼生のうちから *Rhynchoteuthis Larvae* を検出し、その *Rhynchoteuthis Larvae* がスルメイカのものであるか否かを確定すればよい。

孵出直後及び孵出後1～2日経過したスルメイカ幼生と種の標徴の明瞭なスルメイカ幼体との間に、提灯型幼生を外套背長順に配列して形態と色素胞の連続と一貫性をみると（第2図）、1）孵出直後の0.9mm (A) から15.5mm (K) までの全ての標本に触腕柱と茅IV腕の連続した発達が前後に一貫していることが認められる。2）赤褐色の色素胞は1mm前後のもので外套に数10個が認められ、頭腕部にはないが、30mm (C) 以上になると両眼下部に各1個、両眼間隔中央に1～2個、漏斗開口両端に各1個の特徴的な色素胞が連続してみられる。以上のことから自然産の提灯型幼生は *Rhynchoteuthis Larvae* で、スルメイカ科のうちの1種の幼生と判断される。

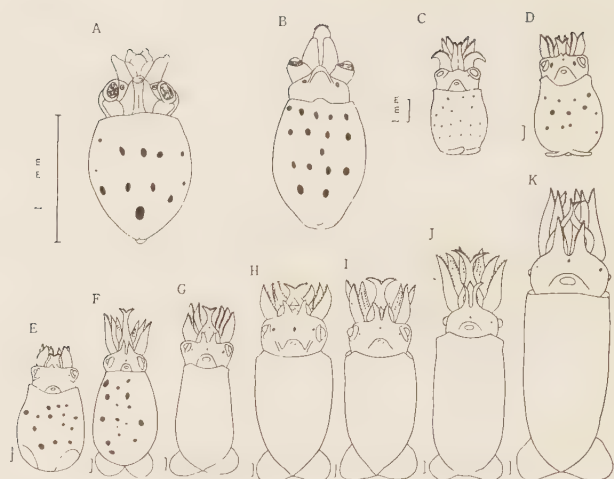
スルメイカの触腕大吸盤の角質環には犬歯状鋭歯と長方形の板状歯がそれぞれ20個前後互生している。そこで外套背長260mmのスルメイカ成体 (A) から3.0mmの提灯型 *Rhynchoteuthis Larvae* (I) までの標本を外套背長順に配列し、その吸盤環歯（触腕）の2種の歯の連続状態を検討すると、全標本について一貫した様相を追跡することができる（第3図）。

吸盤環歯のこの特徴をバカイカのそれと比較すると、バカイカでは環の4隅に強大な犬歯が十字形に突出している (J)。また、ソデイカでは犬歯状鋭歯のみが装備されている (K) から提灯型 *Rhynchoteuthis Larvae* は種の特徴とする吸盤環歯ではスルメイカ科の1種バカイカと異り、閉眼類のソデイカとも異り、明らかにスルメイカの幼生と判断される。

ヘルメット型幼生の形態的特徴は、閉眼類であることと、触腕が融合していないことである。その背甲端は外套縁から顕著に突出してヘルメット帽に近い外観を呈する、このヘルメット型閉眼類幼生がヤリイカの幼生であるかどうかを検討するため、孵出直後の外套背長3.6mmのヤリイカ幼生（浜部 1960）とヘルメット型閉眼類幼生の3.8～11.0mmの9個体を順次に配列して、それらの形態及び色素胞の関連を検査した（第4図）。これによつてみると、全標本に特に発達した強大な触腕と背甲端の連続性が認められ、その数はやや不正確ではあるが、眼上と両眼間隔にある各2点の色素胞の連続性を認めることができる。

ヤリイカの種の標徴とされるところは、触腕吸盤歯が長く鈍く伸長し、歯数20～30個を算することにある。そこで、外套背長3.6mmのヤリイカ孵出幼生と199mmのヤリイカ成体の間に4個体のヘルメット型閉眼類幼生を挿入して、これらの触腕吸盤環の歯の形態を比較すると、前述のヤリイカの標徴が全ての標本に認められる。

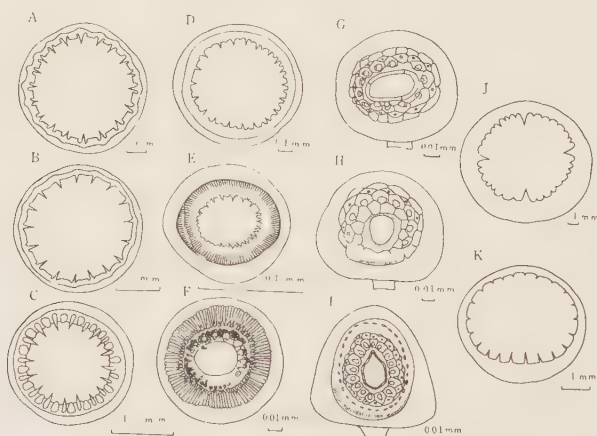
念のために同じ閉眼類のブドーイカのそれ (G) と比較すると、ブドーイカでは犬歯状大鋭歯が9—10個



第 2 図 提灯型をした *Rhynchoteuthis larvae* とスルメイカ幼生の色素胞と触腕形態の関連 (腹面)

- | | |
|---|-----------------------|
| A. 孵化実験で得た孵化直後の外套背長0.9mm. のスルメイカ幼生 | F. 外套背長7.3mm. の自然産幼生 |
| B. 孵化実験で孵化後1~2日経過した外套背長1.05mm. のスルメイカ幼生 | G. 外套背長8.1mm. の自然産幼生 |
| C. 外套背長3.0mm. の自然産幼生 | H. 外套背長9.6mm. の自然産幼生 |
| D. 外套背長5.9mm. の自然産幼生 | I. 外套背長10.2mm. の自然産幼生 |
| E. 外套背長6.2mm. の自然産幼生 | J. 外套背長11.1mm. の自然産幼生 |
| | K. 外套背長15.5mm. の自然産幼生 |

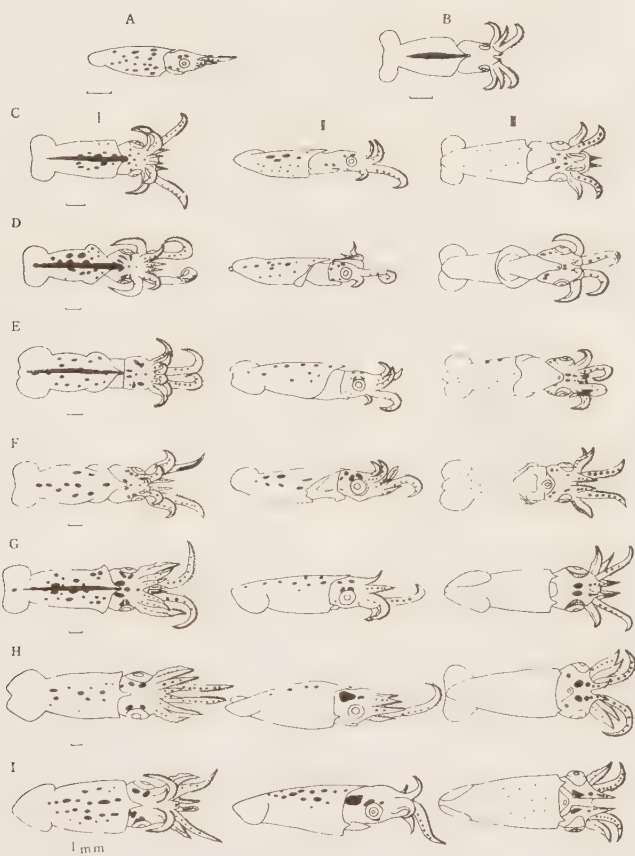
材料採集場所: A, B は1959年5月の産卵孵化実験で得た。Cは熊本水試午深分場の浦田勝喜技師採集のもので、その同意により使用した; D と E は1958年4月に、F と K は1956年4月に隠岐島近海で採集した。



第 3 図 スルメイカ *Omastrephes sloani pacificus* STEENSTRUP と *Rhynchoteuthis larvae* の触腕大吸盤環歯の形態における一貫性

- | | |
|---|--|
| A. 外套背長260mm. のスルメイカ成体(♀)の角質環歯 | H. 外套背長6.2mm. の <i>Rhynchoteuthis</i> 幼生の角質環歯 (第2図Eより採取) |
| B. 外套背長148mm. のスルメイカ幼体の角質環歯 | I. 外套背長3.0mm. の <i>Rhynchoteuthis</i> 幼生の角質環歯 (第2図Cより採取) |
| C. 外套背長107mm. のスルメイカ幼体の角質環歯 | J. 外套背長451mm. のバカイカ <i>Stenoteuthis bartrami</i> (LES.)(♀) 成体の角質環歯 |
| D. 外套背長56mm. のスルメイカ幼体の角質環歯 | K. 外套背長343mm. のソデイカ, <i>Thysanoteuthis rhombus</i> TROSCHEL(♀) 成体の角質環歯 |
| E. 外套背長33mm. のスルメイカ幼体の角質環歯 | |
| F. 外套背長15.5mm. の <i>Rhynchoteuthis</i> 幼生の角質環歯 (第2図Kより採取) | |
| G. 外套背長9.6mm. の <i>Rhynchoteuthis</i> 幼生の角質環歯 (第2図Hより採取) | |

ヘルメット型幼生とヤリイカの関連



第 4 図 孵化実験で得たヤリイカ *Loligo bleekeri* KEFERSTEIN と自然産ヘルメット型閉眼類幼生の色素胞と形態における関連

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| A. 孵化実験で得た孵化直後の外套背長3.6mm. のヤリイカ幼生 | G. 外套背長 9.0mm. の自然産ヘルメット幼生 |
| B. 外套背長3.8mm. の自然産ヘルメット幼生 | H. 外套背長10.2mm. の自然産ヘルメット幼生 |
| C. 外套背長5.0mm. の自然産ヘルメット幼生 | I. 外套背長11.0mm. の自然産ヘルメット幼生 |
| D. 外套背長6.2mm. の自然産ヘルメット幼生 | I : 背 面 |
| E. 外套背長7.0mm. の自然産ヘルメット幼生 | II : 側 面 |
| F. 外套背長8.0mm. の自然産ヘルメット幼生 | III : 腹 面 |

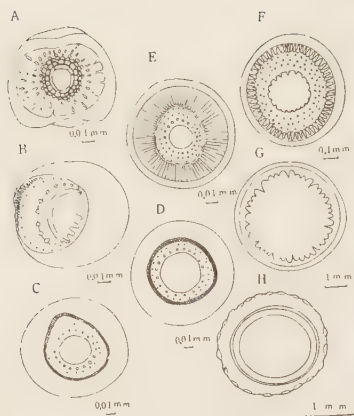
材料採集場所：Aは1959年5月日水研浦郷支所に於ける実験で得た。B～Dは1956年4月に、Eは3月に、Fは1956年5月に、G～Iは1955年5月に隠岐島近海から採集した。

あり、その間に犬歯状小鋭歯が数個不規則に配列していてヤリイカの吸盤歯と形態を異にしている。また少量ではあるがヤリイカと同時に混獲されるジンドウイカ *Loligo japonica* HOYLE は板状歯(H)が独特であつて、ヤリイカのそれと紛れることはない。

以上によつて、隠岐島西ノ島南岸の青嵐定置網で3～5月ごろ大量に獲れる極小ヘルメット型幼生はヤリイカの幼生と判断される。

V. 考 察

スルメイカの資源に関して考察する際、従来の漁獲統計には極めてしばしばスルメイカ、ヤリイカ、ブドーイカ、アホリイカ、コウイカなど数種のものがイカ類として計上されるため資料として利用できないもの



- A. 孵化実験で得た孵化直後の外套背長3.6mm. のヤリイカ幼生の角質環歯
- B. 外套背長 3.8mm. のヘルメット型閉眼類幼生の角質環歯 (第4図Bより採取)
- C. 外套背長 5.0mm. のヘルメット型閉眼類幼生の角質環歯 (第4図Cより採取)
- D. 外套背長10.2mm. のヘルメット型閉眼類幼生の角質環歯 (第4図Hより採取)
- E. 外套背長20.0mm. のヘルメット型閉眼類幼生の角質環歯
- F. 外套背長199mm. のヤリイカ成体 (♂) の角質環歯
- G. 外套背長245mm. のブドーイカ *Loligo budo* 成体 (♂) の角質環歯
- H. 外套背長59mm. のジンドウイカ *Loligo japonica* 成体 (♂) の角質環歯

第 5 図 ヘルメット型閉眼類幼生とヤリイカ *Loligo bleekeri* KEFERSTEIN の解腕吸盤環の形態における一貫性

が多い。

このような概括集計は何も漁獲対象となるもののみでなく、その幼生に対しても極めて普通に行われているところで、スルメイカの幼生と普通にいわれているものも厳密に検討すると意外に多くの他種のイカ幼生を含んでいる。特に日本海沿岸では各地先でスルメイカと前後して同じ漁場に出現するヤリイカの混合と、その結果生じやすい混乱を調査の最初から予防してかからぬと誤つた考察に導かれやすい。

筆者自身第1表に示した2種の幼生の混合の事情を看過して、最小幼生の最多浮上期を隠岐近海スルメイカの産卵期とした苦しい経験がある、

これらの事情を勘案して、スルメイカとヤリイカの幼生の同定に関し、最小限度の知見を確立することを主眼として考察を進めた。

ヤリイカの発生と幼生の形態については、これまで多くの実験と観察がつまれているから、ここにとりたてて考察に値する問題はない。しかし、スルメイカでは大いに事情を異にしている。自然採集のスルメイカ幼生の最小形は1.09~1.70mm及び3.2mm (林・飯塚 1953) のものである。

林・飯塚によれば、3.2mmの *Rhynchoteuthis Larvae* はその限りではスルメイカ科の幼生と認めざるを得ないが、それに続くさらに小型の幼生、すなわち、長径1.09~1.70mm、短径1.09~1.36mmの楕円形をした幼生で、頭部、腕部の区別のない浮游性幼生については疑問があり、林・飯塚のあげた根拠では資料不足と考えられる。このことについては別に論及報告する予定であるが、筆者の蒐集した資料と実験的に孵出させ得たスルメイカ幼生によつて、たしかめ得た自然採集物中のスルメイカ幼生は林・飯塚の提称する *Prerhynchoteuthis Larvae* のような形態をとらぬことを知つた。

VI. 要 約

1. 隠岐島近海の定置網で冬から春にかけて浮上採集されるイカ幼生には大別してスルメイカとヤリイカの2種の幼生が混合している。
2. スルメイカ幼生は11~7月に獲れ、外套背長30mm前後が出現初期のモードで、7月ごろまでには100~190mmの幅広い分布を示し、幼生量も少なく、入網頻度も散発的となる。特に全般を通して10mm以下の小型は稀である。
3. ヤリイカ幼生は3~5月に獲れ、外套背長3~10mmの狭い範囲に集中して大量に浮上し、それ以上の外套長のものは稀である。
4. スルメイカとヤリイカの幼生は両者同時に同一漁具に混獲されるが、外套背長10mm前後からその上下

にそれぞれ分離して接続しているため、往々同一種の接続と誤認しやすいことを隠岐島の例によつて指摘した。

5. 筆者が得たスルメイカの孵化直後の幼生（外套背長 1.0mm）と、自然産の提灯型 *Rhynchoteuthis Larvae* 及びスルメイカ成体を配列して検討すると、種の標徴と色素胞の連続性から、同一種のもつと認められる。同様に自然産ヘルメット型幼生もヤリイカと同一種と認められ、これらの相異点によつて2種の幼生の分離が容易に行われる。

文 献

- DREW, G. A. (1911). Sexual activities of the squid, *Loligo pealii* (LES.). [I. Copulation, egg-laying, and fertilization. *Jour. Morphol.*, (22): 327-359.
- 林 秀朗・飯塚昭二 (1953). スルメイカ *Ommastrephes sloani pacificus* (STEENSTRUP) の發育初期の稚子について——I. II. 長崎大報, (1): 1-7, 3-9.
- 浜部基次・清水虎雄 (1957). ヤリイカ *Loligo bleekeri* KEFERSTEIN の交接行動. 日水研年報, (3): 131-136.
- (1959). 隠岐におけるスルメイカの「寄り現象」について—II. 日水研年報, (5): 19-27.
- (1960). スルメイカ *Ommastrephes sloani pacificus* STEENSTRUP の繁殖生態に関する実験的研究. 動維, 69(9): 296.
- 諫早隆夫・高橋武司 (1934a). イカ卵の一種について (No. 5): 第1.ヤリイカの産卵箱. 北水試旬報, (248): 7-8.
- (1934b). イカ卵の一種について (No. 6): 第2.ヤリイカの適温試験. 北水試旬報, (249): 4-5.
- ・中川助手 (1934c). イカ卵の一種について (No. 7): 第3.ヤリイカ卵の酸素消費量試験. 北水試旬報, (251): 14.
- ・佐久間助手 (1934d). イカ卵の一種について (No. 8): 第4.ヤリイカの生殖時期における習性. 北水試旬報, (252): 7-8.
- ・———— (1934e). イカ卵の一型について (No. 9): 第5.ヤリイカ *Loligo bleekeri* KEFERSTEIN の交接. 北水試旬報, (255): 5-6.
- (1934f). イカ卵の一種について (No. 10): 第6.ヤリイカ卵の受精と産卵. 北水試旬報, (257): 9-10.
- ・高橋武司 (1934g). イカ卵の一種について (No. 11): 第7.ヤリイカ卵の發生. 北水試旬報, (260): 7-8.
- 日 水 研 (1949-1952). 底魚資源調査要報 1-3.
- NAEF, A. (1923~). Die Cephalopoden. Fauna e Flora del Golfo di Napoli. Monogr. 35.
- SASAKI, M. (1929). A monograph of the Dibranchiate Cephalopods of the Japanese and Adjacent Waters. *Jour. Coll. Agri. HOKKAIDO Imp. Univ.* 20 (Suppl. No.).
- 山 本 孝 治 (1949). 本邦産の有用イカ類に就いて. 水産庁調査指針 No. 6 (騰写印刷)

日水研年報, (6): 149-155, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6): 149-155, 1960.

ヤリイカ *Loligo bleekeri* KEFERSTEIN の

初期発生について

浜 部 基 次*

Observations of Early Development of a Squid,

Loligo bleekeri KEFERSTEIN

BY

MOTOTSUGU HAMABE

Abstract

In connection of works on a common squid, *Ommastrephes sloani pacificus* STEENSTRUP, the author observed early development of *Loligo bleekeri* KEFERSTEIN as its allied species in April and May 1959. The present paper deals with also its early ecological aspects by comparing with those of the common squid described on previous paper (HAMABE 1960).

The materials used in the present work were collected from the neighborhood of the Oki Islands at where the water temperature is relatively high because of influence of the Tsushima Warm Current (Fig. 1). The egg development was observed at the room temperature 13 to 17°C, the time needed for hatching-out taking 36 to 43 days (Table 1.) In the northern part of Japan, on the other hand, the hatching took place about 46 days at a lower temperature 10 to 12°C (ISAHAYA, 1934). As seen in the case of *O. sloani pacificus*, the embryo was seen autonomically rotating, and granular particles were discharged into the perivitelline space. In the course of development, an opaque speck of about 1 mm in diameter was formed on the egg membrane possibly under corrosive effect of enzyme secreted from the HOYLE's organ. The embryo repeats drilling at the speck with the tooth process it has at the end of the mantle until it comes out through a perforation thus made on the membrane (Fig. 5, 28-31). After hatching every larva does not carry the yolk sac, some leaving it in the egg membrane, and others letting it fall off. A vestige of the yolk sac was clearly seen on the larva (Fig. 5, 31).

The larvae were provided with all arms and particularly the tentacle arms well developed, and they could swim freely on the surface soon after hatching, whether they carried the yolk sac or not. Other features which have not been described here may be self-evident in Fig. 3 to 5.

* 日本海区水産研究所浦郷支所（島根県知夫郡浦郷町）

I. 緒 言

スルメイカの繁殖生態に関する知見の不足は従来しばしばヤリイカのそれで類推されてきた。スルメイカとヤリイカは、それぞれ開眼・閉眼の2類に分れ、また、生態的には外洋性・沿岸性の相異があるといわれているが、体制と器官の類似から両種の繁殖生態の大綱はほぼ同じ形式のものであろうと推測されている。しかし、実際に繁殖行動を観察すると、両種それぞれ独特のやりかたを示すことが多く、その相異点を明らかにしておく必要がある。

筆者はスルメイカの繁殖生態に関して研究をすすめ、その一部はすでに取まとめて報告した(浜部, 1960)が、その間しばしば対照種のヤリイカと比較する必要があつたため観察をつみ重ねてきた。

ヤリイカの観察の一部はすでに交接行動(浜部・清水, 1957)として報告したが、今回はヤリイカの初期発生についてスルメイカのそれと比較してその異同に興味をひかれた2, 3の点について報告する。

本文に入るに先立ち、校閲の勞をとられた日本海区水産研究所資源部長・加藤源治技官に、実験に協力頂いた浦郷支所・清水虎雄技官に、また、材料採取に御援助頂いた浦郷漁業協同組合青風ブリ定置網漁撈長・荒川清造氏ほか従業員各位に厚く御礼申し上げます。

II. 材 料 と 方 法

隠岐島西島南西岸の青風ブリ定置網の網底部(水深40m)に産みつけられた卵囊塊を一度除去して、そこに新しく産みつけられた卵囊と、浦郷湾内の水深10mの海底に沈設した空樽の天井面に新しく産みつけられたものを採集して材料とした。

西川(1868)、諫早・高橋(1934)らの観察によると、ヤリイカの卵囊は海底の岩石、海藻、海棚の天井面、建網土俵の下面等に産みつけられて海底に垂下しているという。しかし、McGOWAN(1954)の *Loligo opalescens* に関する観察では、砂礫海底に膠着した巨大な卵囊集団が形成されるという。筆者が材料を採集した青風漁場では海底に接触した網地に附着した卵囊はその附着部が融合して網地そのものを数平方メートルにわたって塗り潰しており、卵囊の附着面には砂と膠質卵囊物質が1種のセメント状に混合しているのが認められた。このことからみると、ヤリイカが砂底に巨大な卵囊団塊を形成することもありうると考えられる。

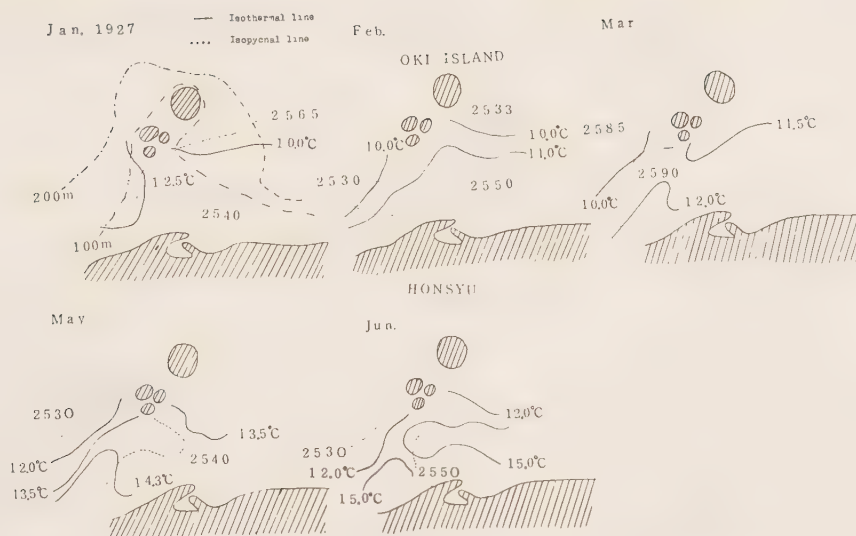
採集した卵は直ちに内径28cm、深さ13cmの円形ガラス水槽に収容した。この水槽はさらに日光の直射をさけるため木樽に入れて実験室の冷暗所に置き、1日1〜2回換水して観察に供した。

III. 孵 化 と 水 温

諫早(1934a)によれば、北海道小樽近海では5月中旬から7月上旬に及ぶヤリイカの産卵期には10m層で10.2°Cの平均水温を示すという。そこで、諫早は7.1〜24.6°Cの恒温水槽で発生実験を行い、ヤリイカ卵は10.2〜12.0°Cで完全に孵化し、その孵化日数は46〜47日であることを明らかにし、自然の環境(水温)と実験的水温の吻合を明らかにしている。

諫早の実験によれば、上に述べた10〜12°Cの孵化適温を除いた7〜9°Cと13—16°Cの水温範囲では幼体は完成して卵膜内で動静しているが、遂に孵化せずに死滅し、12〜22°Cの水温範囲では15日目以後発生を停止し、胚体はやがて斃死して黒変したといわれている。

北海道に比較して、地理的にも海洋学的にもより温暖な日本海西南海域で、対馬暖流の直接的な影響をうけ、とくに冬季には暖流軸が沿岸して周海一帯を覆い、この季節に年間の最深透明度20mに達する隠岐列島では、諫早の海洋調査(1934年)と年代がほぼ等しく、かつヤリイカがもつとも饒産したといわれる1927年の島根県水産試験場調査によれば、100〜200m深の海底でようやく10〜12°Cの水温を示し、北海道より高温に経過している(第1図)。また、筆者が行なつた産卵区域とみられる50m以浅海域の定点観測結果では1月12.4°C、2月11.8°C、3月12.6°C、4月14.5°C、5月17.3°C(1959年沿岸表面水温)であつたから、隠岐島近海のヤリイカは北方のヤリイカよりも高水温下で発生するもののように予察された。



第 1 図 隠岐をふくむ島根県沿岸におけるヤリイカ産卵期の海底水温
(島根水試, 1927)

第 1 表 ヤリイカの初期発生時の水槽内の水温 (°C)

日	時	観 測 時 刻				日	時	観 測 時 刻			
		10.00	12.00	14.00	16.00			10.00	12.00	14.00	16.00
1, IV, 1959		14.2	15.2	14.9	14.2	23		13.0	12.9	12.8	12.8
2		14.3	14.9	14.4	14.4	24		15.9	16.2	16.4	16.4
3		15.0	17.0	17.1	17.1	25		15.6	17.1	17.8	-
4		14.6	15.9	16.3	16.5	26		15.6	17.8	18.2	18.8
5		14.4	14.0	14.1	13.8	27		17.0	17.9	18.3	18.0
6		15.4	15.4	15.2	14.8	28		15.4	15.5	15.8	15.8
7		-	14.3	14.4	14.6	29		15.9	15.9	16.3	16.4
8		13.4	13.9	14.9	14.9	30		15.7	16.6	17.0	17.1
9		16.3	17.1	17.0	16.6	1, V		17.8	17.8	17.9	18.4
10		13.3	13.9	-	-	2		18.7	19.3	19.1	-
11		15.0	14.7	-	14.3	3		17.9	17.5	14.0	12.5
12		11.7	13.4	13.6	13.5	4		17.8	17.1	11.7	13.0
13		16.0	15.3	15.3	15.2	5		18.1	13.8	11.3	10.7
14		-	15.4	14.4	14.5	6		13.5	14.5	14.5	14.8
15		15.8	15.8	15.5	15.8	7		14.3	16.4	15.1	14.8
16		14.7	15.0	15.4	16.2	8		14.6	-	-	14.8
17		15.1	14.1	14.0	13.9	9		-	-	-	14.3
18		13.6	13.9	-	-	10		15.1	14.9	15.3	15.9
19		14.3	17.3	-	17.4	11		-	-	18.7	19.1
20		17.0	18.0	18.7	19.0	12		-	-	17.0	17.4
21		17.0	17.6	18.2	18.4	13		17.6	18.3	-	-
22		17.7	18.7	19.8	19.8						

筆者は1959年4月に採集したヤリイカ卵を第1表の水温範囲にある水槽内に蓄養してその発生を観察したところ、北海道産ヤリイカの孵化しなかつた13~17°Cの水温範囲でも1卵囊約70粒の卵の9%が正常な発生経過を辿つて孵化することを知つた。

Ⅳ．発 生

ヤリイカ科の発生については NAEF (1923, 1928)をはじめ、すでに多くの観察が行われているから、ここでは実験中に観察した胚の形態変化の順序を簡単に記述するに止める。

ヤリイカの卵囊は諫早 (1934), DREW (1911) の図示によつてみると、いずれも水底から浮上しており、実際に産卵直後のものによつて検すると僅かながら浮性が認められる。しかし、この浮性は時日の経過とともに失われて卵囊は沈性となる。

この浮性を確かめるため、新しい卵囊を切断して外・中卵囊物質 (諫早1934) の厚い層を押して卵とともに内卵囊物質を採取し、外・中卵囊物質の管と卵及び内卵囊物質の3者に分ち、海水に入れてその浮沈を観察すると、内卵囊物質は浮上し、他は沈下することが知られた。このことから卵囊の浮性は内卵囊物質に由来するものと判断される (第2図)。

卵囊は長さ13~14cm, 直径5~6mmで、数10粒の卵を含む長紡錘形を呈し、その一端で他物に附着している (第3図, I) が、産卵後30日を経過すると褐色の薄い外卵囊物質 (膜) が一部に皺よせされて集まり、一方では膨張する卵によつて中卵囊物質が隆起して、外観上、卵囊は中卵囊物質によつて形態を維持する状態となる (第4図, II)。38日を経過すると膨張した卵は中卵囊物質から直接外部に裸出してくるが、このころ外・中卵囊物質はともに卵囊の一部にところどころ残存するにすぎない (第5図, III)。

ヤリイカの卵は、非全盤分割を行い、卵形は最初卵膜長径約2.5mm, 短径約1.8mmの楕円形であるが、漸次膨張して15日目には長径約5mm, 短径約4mmとなり、37日目には長径約7.5mm, 短径約6.1mmに達し、胚体は全長約5mmとなるに及んで孵化行動を行うようになる。

このほか、8日目ごろから胚体に自転運動がおこる。この運動は初期に急速に廻転速度を増し、最大廻転速度に達した後は長い経過をとつて廻転速度を減じていく。筆者の計測した一例では廻転開始の9日目には1廻転2分19秒を要し、12日目には58秒と急増し、その後次第に減速緩慢化していく。また、23日目には顆粒が囲黄腔内に排出されるのを認めたが、その数は少くかつ短時間で消失する。このような胚の自転と顆粒の排出はスルメイカにも認められる。



第2図 ヤリイカの卵囊の自然状態

A. *Loligo bleekeri* KEFERSTEIN
(諫早1934より)

B. *Loligo pealii* (LES.)
(DREW 1911より)

(注) 海底よりやや浮上せる点に注意。

Ⅴ．孵 化 行 動

本実験におけるヤリイカの孵化口数は36~43日で、諫早の場合よりも短い。孵化前後の卵と卵囊の関係をみるに、卵以外の物質は僅かに卵を繋留する一種の索状物となり、卵囊の外観はあたかもブドウの果房を想像させる状態となるが、このことは幼生の孵化に有利に作用しているとみられる。

卵は卵膜が十分に膨張して卵囊の外表面に裸出するころ、卵膜に1カ所ずつ直径1mm前後の乳白色の濁点を生ずる。この濁点は卵を振動させると塊状となつてポロリと脱落することからみて、卵膜の一部が脆弱化して白濁物となつたもので、胚体のホイレ氏器官等から分泌される孵化酵素の蛋白溶解作用の結果と判断される。

また、このころ胚には胚体と卵黄囊の接点附近で口の下部に当る卵黄囊表面の一区域が活発に膨張し収縮しているのが看取される (第4図, 24a~d)。

孵化前の胚体は卵黄囊の接点附近をくの字形に曲げ、この部分の屈伸運動の合い間に、全体を一直線に伸

第 3 図 ヤリイカの発生経過



I 産卵直後の卵嚢

1. 産卵当日の卵

2~7. 2~7日後

8. 8日後、胚体の回転開始、口腔、眼、甲発生

9a-b. 9日後、腕、外套、平衡胞出現、胚体は1回転2分19秒を要す

10a-b. 10日後、腕、漏斗発達

11a-b. 11日後、毒腺、肛門、鰓発生

12. 12日後の背面、胚体は1回転58秒を要す

13a-b. 13日後、外套先端に鰭、腕に吸盤を生ず

14a-b~15a-b. 14-15日後

16a-b. 16日後、眼胞内に大色素胞現わる

17a-b~20a-b. 17-20日後

A.....肛門

AR.....腕

EY.....眼

GI.....鰓

MA.....外套

MO.....口

SH.....甲

ST.....平衡胞

附属記号

a-b.....aは背面図、bは腹面図を示す

して急激な旋廻運動を行なう。このキリモミ運動は卵黄嚢の重さでハズミをつけ、かつ鰭及び外套先端が卵膜の濁点と接触する位置でしばしば行われる。この一連の運動は第5図、28e~hに示した。また、この時期の胚体を検査すると、第4図、26、27及び第5図、28iにみられるように外套の先端に小鋸歯状突起が密生している。従つて、胚体のキリモミ運動は卵膜の脆弱点に対する穿孔運動と解される。

麓・広瀬(1957)の紹介に従えば「H. HIBBARD は *Loligo Pealii* の孵化直前の胚は外套膜後端で卵膜に吸着し………」とあるが、*Loligo bleekeri* KEFERSTEIN では第4図、25にみられるようなホイレ氏器官の発達は認められても、外套膜後端で卵膜に吸着しているものは認められなかつた。

幼生は前述のキリモミ運動から一気に卵膜を突破して孵化する。この際、幼生は体色が乳白色半透明となり水槽底に沈下するが、約20分後に体色が旧に復し美麗な鮮紅色の色素胞を明滅させ、外套膜をしゆん動させるなどして普通的生活状態となる(第5図、29)。

孵化に当つては、前述のほか、第5図、30j~lのように徐々に外套を卵膜外に出し、体を反転して卵黄嚢を卵膜内に残したまま離脱するもの、卵黄嚢が孵化と同時に幼体から脱落するものなどがあり、幼生の卵黄嚢保有状態は区々であるが、脱落した卵黄嚢(長さ1.6mm、直径1.2mm)からは卵黄が噴出し、その幼体には第5図、31にみるような整然とした卵黄嚢脱落跡が認められる。

卵出孔は白濁点附近に開けられたものが多く、孔の状態は卵膜の溶解物質らしい白濁物質を左右に押し広げるようにしてできた1~1.5mm前後の穴である。

これらの幼生は諫早がすでに述べたように、卵黄嚢の有無にかかわらず、孵化後自由に浮上し泳ぐ。この点、スルメイカが浮上も游泳もしないのと対照的である。

第 4 図 ヤリイカの発生経過 (続き)

II 産卵後30日目の卵囊、卵囊外皮は数カ所に皺寄せされる

21a-b~22a-b. 21-22日後

23a-b. 23日後、外套伸縮、漏斗口近くに顆粒排出

24a-b. 24日後、卵黄囊の一部膨出脈動

24c-d. 24日後、膨出部の腑観図側面図

25a-b. 36日目に孵化した幼生。ホイレ氏器官が鰭基部にある。外套色素胞は背面暗褐色、腹面赤紫色又は黄色

26. 37日目に孵化した幼生の胚、鋸齒状(鰭膚状)小突起が外套先端にある。腹面色素胞は赤紫色又は黄色

27. 38日目に孵化した幼生の胚、背面の色素胞は褐色又は暗褐色

B.B.C……暗褐色素胞

B.C……褐色素胞

EX……卵黄囊膨出区域

GR……顆粒

HO……ホイレ氏器官

IS……墨汁囊

O.C……橙黄色素胞

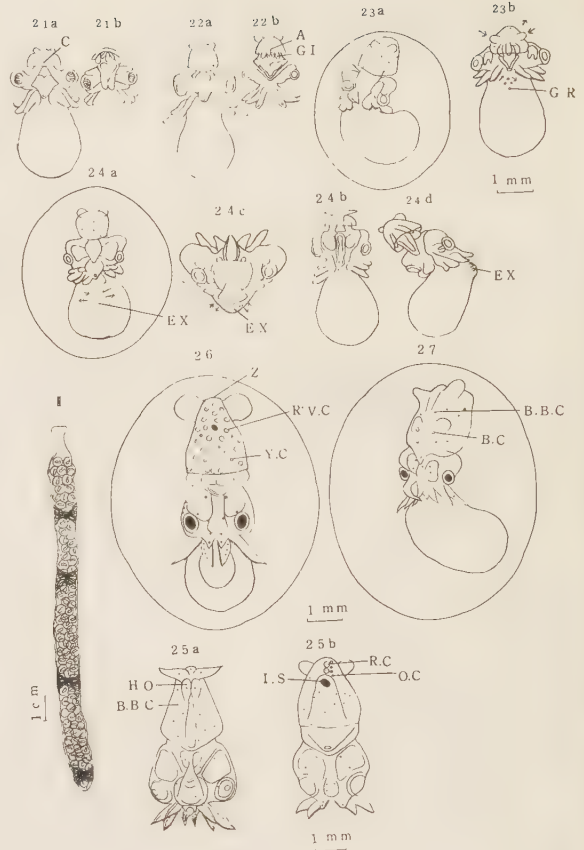
R.V.C……赤紫色素胞

Y.C……黄色素胞

Z……外套先端の鋸齒状小突起

附属記号

c-d……cは腑観図、dは側面図を示す



VI. 要 約

1. ヤリイカの初期発生と孵化を観察した。
2. ヤリイカの卵囊は産出後、外卵囊物質が皮膜状にめくれ、中卵囊物質をこえて卵が膨張して外面へ裸出するので孵化に有利な状態となる。
3. ヤリイカの胚は多分ホイレ氏器官から分泌されると思われる孵化酵素の作用によつて卵膜の一区域を溶解して白濁点を作り、そこに外套先端の鋸齒状小歯密生面を磨擦するキリモミ運動をくりかえし、ここに卵膜を穿孔して孵化するが、この実験ではホイレ氏器官をもつてする卵膜への吸着はみられなかった。
4. 孵化に際して卵黄囊はそのまま保持されるもの、脱落するものなどいろいろであつたが、幼生の頭部腹面の卵黄囊附着位置には整然とした附着跡がみとめられる。
5. ヤリイカ幼生の腕は孵化時すでに完備しており、とくに解腕は長大であつて、自由に水中を游泳し、表面へも浮上することができる。
6. 隠岐島近海におけるヤリイカの孵化水温は北海道水域の場合よりやや高温に及ぶもののようにみえる。

文 献

- DREW, G. A. (1911). Sexual activities of the squid, *Loligo pealii* (LES.). *Jour. Morphol.*, (22): 327—359.
- 麓 禎康・広瀬義史 (1957). イカ卵の孵化に関する研究. 水産学集成: 569—570.

第 5 図 ヤリイカの発生経過
(幼生の孵化) (続き)

Ⅲ 38日目の卵囊

28e-h. 38日後、酵素の侵蝕らしき
乳白濁点に対する錐棒運動

28i. 38日目の孵化、卵黄囊は孵化
のさい落下し、卵黄が噴出する

29. 同上、このさい胚は直立姿勢
となり体色白変す

30j-l. 43日目の孵化、卵膜内に卵
黄囊は脱落する

31. 幼生腹側の卵黄囊附着跡

E.M.....卵膜

H.P.....孵出孔

O.C.M.....卵膜溶解白濁区域

T.P.....鋸歯状突起

V.Y.S.....卵黄囊附着跡

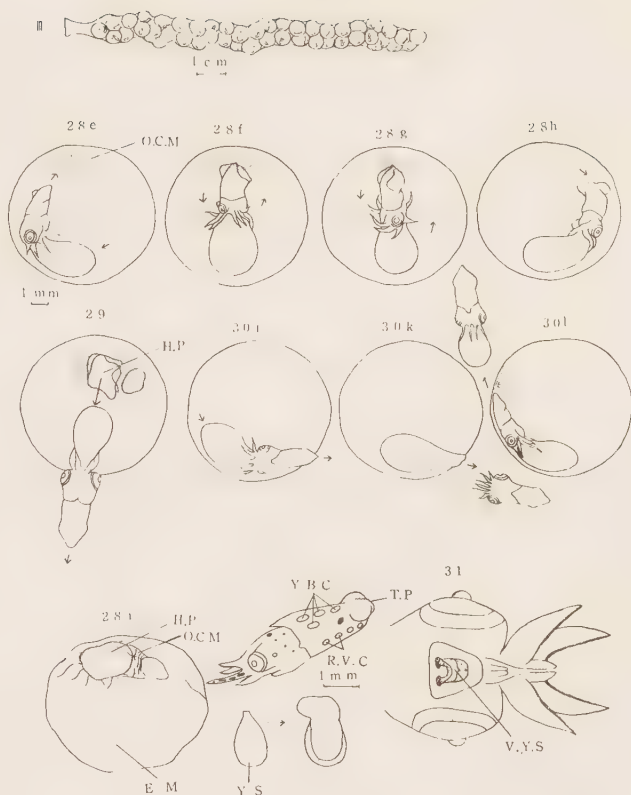
Y.B.C.....黄褐色素胞

Y.S.....卵黄囊

附属記号

e-l.....e-h は胚体の錐棒運動、

i は孵化、j-l は孵化行動の連続
を示す



浜部基次・清水虎雄 (1957). ヤリイカ *Loligo bleekeri* KEFERSTEIN の交接行動. 日水研年報, (3): 131—136.

——— (1960). スルメイカの繁殖生態に関する実験的研究. 動雑, 69 (9): 296.

諫早隆夫・高橋武司 (1934 a). イカ卵の一種について (No. 5): 第1. ヤリイカの産卵箱. 北水試旬報, (248): 7-8.

——— (1934 b). イカ卵の一種について (No. 6): 第2. ヤリイカの適温試験. 北水試旬報, (249): 4-5.

———・中川助手 (1934 c). イカ卵の一種について (No. 7): 第3. ヤリイカ卵の酸素消費量試験. 北水試旬報, (251): 14.

———・佐久間助手 (1934 d). イカ卵の一種について (No. 8): 第4. ヤリイカの生殖時期における習性. 北水試旬報, (252): 7-8.

——— (1934 e). イカ卵の一種について (No. 9): 第5. ヤリイカ *Loligo bleekeri* KEFERSTEIN の交接. 北水試旬報, (255): 5-6.

——— (1934 f). イカ卵の一種について (No. 10): 第6. ヤリイカ卵の受精と産卵. 北水試旬報, (257): 9-10.

———・高橋武司 (1934 g). イカ卵の一種について (No. 11): 第7. ヤリイカ卵の発生. 北水試旬報, (260): 7-8.

MCGOWAN, J. A. (1954). Observation on the sexual behavior and spawning of the squid, *Loligo opalescens*, at La Jolla, California. *California Fish and Game*. 40(1): 48-54.

西川 藤吉 (1868). ヤリイカの発生. 動雑, 10 (115): 156-162.

NAEF, A. (1923, 1928). *Die Cephalopoden*. Fauna e Flora del Golfo di Napoli. Mono. 35.

日水研年報, (6) : 157-171, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6) : 157-171, 1960.

北部日本海底曳禁漁区の動物分布に関する研究

I. 底 棲 幼 魚

大 内 明・尾 形 哲 男

Studies on the Animal Distribution in the Abstained Areas for Trawl-Fishery of the Northern Japan Sea

I. Young Bottom Fishes

BY

AKIRA OUCHI AND TETSUO OGATA

Abstract

The present study is based on the materials collected during April to December 1958-'59 off the both Prefectures of Yamagata and Niigata in order to find the distribution of young bottom fishes inhabiting on the continental shelf of the Northern Japan Sea.

The materials were collected by hauling of special beam-trawler with small meshes of about four milimetres square.

The results obtained may be summarized as follows;

1. 33 species were obtained during a period of this examination, in which the cold current fishes could not be found.

2. The capture by towing began in June, and the most appearance was seen from July on.

3. The majority of these youngs was abundantly found at a depth not exceeding 60 meters in the inshore, and they distribute uniformly in the inshore bottom but partially in the offshore one.

4. There were two types of group in young fishes, that is, one shows a seasonal vertical migration and the other does not.

I. 緒 言

本調査の目的は、距岸3〜4哩以内のいわゆる底曳禁止区域の意義付けを行うための一つの研究課題として、とくに重要である底棲幼魚の分布を明らかにし、また現在、底魚資源研究の大きな障壁の一つとなつてゐる、幼稚仔時代の動態を明らかにするための研究の足掛りを得ることにあつた。

底魚類幼稚仔の動態研究で、もつとも支障をなしていることは、定性的にも、定量的にも幼稚仔を捕えることがむづかしいということ、また、その捕えたものの、種の分類が現在まで、あまり行われていないので、

研究の前進ができないという現状にある。すなわち、底魚類の多くは、稚育時代に、浮游生活をおくるが、その多くが表層生活期が短い、あるいは、中、下層に生棲しているものが多いために採捕し難い。筆者等は、まず、これらの足掛りを得るため、水深0—20m 層の稚仔の分布を調べるため、稚仔網の水平曳きと、底棲生活に移った後の幼魚の分布を調べるため、後述のような曳網を作り、幼魚の採集を行つた。浮游稚仔の分布は、まだ種の査定がすんでいないので、後日に譲り、ここでは主として後者について述べる。

本調査を実施するにあつて、御指導と御便宜を計つて下さつた、日水研内橋所長、加藤資源部長に対し、また、資料の整理、整図に御苦勞を願つた笠原美智子部員、資料の採集に御協力下さつた第二旭丸乗員らに対し、心から御礼を申し述べたい。

Ⅱ．材料および方法

曳網の構造

曳網は、一般に用いられている、一艘曳底曳網の網口(3×2m)の上下に径10cm余の竹を結着して、あらかじめ開口し、また、胴部(8節)の後の囊に25節の細い網目を用い、曳網の際の幼魚の脱出を少くした点が、構造上、大きな特長である。あらかじめ開口しているため、普通の底曳のように、投網は、三角投網法を行う必要がなく、使用が簡単である。ただ、底曳網のように広い面積を曳くことができないので、1回の曳網に多くの資料を得ることができないこと、漁具の構造および曳網の関係で、大型でしかも、行動の敏捷な魚は捕えがたく、選択性がある欠点をもっているが、反面行動の緩慢な幼魚の採集は好都合であつた。

曳網は7分ロープを用い、網の中間にチェーンを取付け、曳網の時の網の浮上を押えるようにした。曳網の方法は、船尾から徐々に投網し、海底に網のつきのをまつて、曳網を開始する。毎回の曳網時間は25分(2哩/1h)であつた。

幼魚の採集で問題にしなければならないことは、幼魚が多く棲息しているであろうと考えられる岩礁、または、凹凸の多い海底での採集をいかにするかである。このような意味では、上記の漁具は、まだ問題を残しており、今後さらに研究を進めてゆかなければならない。

資料の採集

本調査は、昭和33年から3カ年計画で行う予定であつたが、35年は都合により中止した。期間は、4月以降12月にいたる(5月、8月を除く)7カ月であるが、4、6および12月は全海域の実施ができなかつた。曳網を行つた船は、第二旭丸(36トン)で、第1図に示す定点(陸からの定点は、沿岸から2哩の底曳禁止区域内に設け、間隔10哩、距離5、7哩にそれぞれ定点を定めた)の各々で、1回の曳網を行つた。曳網水深は30~150mで150m深は岩礁が多く散在し、曳網が困難であるので中止した。なお、調査定点の水深、底質および実施回数を第1表に示した。



第1図 底曳定点番号

第 1 表 定点別調査記録

定 点 No.	水 深 (m)	底 質	調査回数	定 点 No.	水 深 (m)	底 質	調査回数
1	55	泥 *	7	16	110	礫, 砂泥	2
2	130	泥	6	17	60	青 泥	4
3	35	泥 *	7	18	76	青 泥	5
4	95	泥	6	19	120	泥, 砂	1
5	130	泥	3	20	48	荒砂, 礫	4
6	50	泥 *	6	21	85	泥	4
7	110	泥	7	22	124	砂, 礫	1
8	135	泥	6	23	70	荒砂, 礫	5
9	40	泥 *	6	24	115	荒 砂	3
10	75	青 泥	7	25	40	荒 砂	5
11	115	泥	5	26	74	礫, 荒砂	5
12	130	砂 泥	2	27	115	砂 泥	5
13	30	泥 *	5	28	40	砂 泥 *	5
14	80	青 泥	4	29	100	小石混り, 荒砂	3
15	100	青 泥	4				

* 河川から搬出された木葉片多く沈積

Ⅲ. 幼魚の大きさの範囲

ここでいう幼魚の大きさの範囲は、囊網の目合25節（4mm平方）の曳網中に入網した魚のうちで、もつとも小さい体長範囲の魚体を指し、その大きさは1～4cmのもので、体型は成体に近く、種の特長は現わしているが、体各部の相対比は成魚と違っている場合が多い。ここで取扱ったものは、すでに底棲生活に移行したもののばかりと解してよい。

Ⅳ. 出現幼魚の種類

調査期間中、入網された魚類の総出現数は85種であつたが、このうち次の33種の幼魚が現われた各期を通じて、もつとも多く現われた種は、ガンゾウビラメ、マガレイ、スメリゴチ、コモチジャコ等で、中でも、コモチジャコ、マガレイ、ガンゾウビラメはとくに多い。限られた時期に多く出現するものには、ヒメジ、ニギス、マダイ、マアジ、オキヒイラギ等があつた。また、調査海域内では、寒流系の幼魚は採集されず、常時200m以浅に棲息の場をもつ魚に限られた。

<i>Laeops lanceolata</i>	ヤリガレイ	<i>Engyproson grandisquama</i>	ダルマガレイ
<i>Eopsetta grigorjewi</i>	ムシガレイ	<i>Pseudorhombus cinnamomeus</i>	ガンゾウビラメ
<i>Tanakius kitaharai</i>	ヤナギムシガレイ	<i>Samariscus japonicus</i>	ツキノワガレイ
<i>Upeneus bensasi</i>	ヒメジ	<i>Paralichthys olivaceus</i>	ヒラメ
<i>Saurus undosquamis</i>	マエソ	<i>Limanda herzensteini</i>	マガレイ
<i>Chrysophrys major</i>	マダイ	<i>Heteromycteris japonicus</i>	ササウシノシタ
<i>Zeus japonicus</i>	マトウダイ	<i>Aseraggodes kobensis</i>	トビササウシノシタ
<i>Apogon lineatus</i>	テンジクダイ	<i>Branchiostegus japonicus</i>	アカアマダイ
<i>Trichiurus lepturus</i>	タチウオ	<i>Stephanolepis cirrifer</i>	カワハギ
<i>Rhinogobius plauti</i>	スジハゼ	<i>Argentina semifasciata</i>	ニギス
<i>Cynoglossus robustus</i>	イヌノシタ	<i>Chaeturichthys hexanema</i>	アカハゼ
<i>Ricuzenius pinetorum</i>	マツカジカ	<i>Lepidotrigla microptera</i>	カナガシラ
<i>Gnathagnus elongatus</i>	アオミシマ	<i>Cottiusculus schmidtii</i>	キンカジカ

<i>Cociella crocodila</i>	イネゴチ	<i>Leiognathus rivulatus</i>	オキヒイラギ
<i>Callionymus lumatus</i>	ヌメリゴチ	<i>Uranoscopus japonicus</i>	ミシマオコゼ
<i>Trachurus japonicus</i>	マアジ	<i>Doderleinia berycoides</i>	アカムツ
<i>Chaeturichthys sciistius</i>	コモチジャコ		

V. 採集最小体長とその現われる時期

第2表は、調査期間中、最初に入網した魚種別の時期と、その大きさ（最小体長範囲）を現わしている。調査期間は、4月以降12月（5、8月は除く）であるが、このうち、4、6、12月は、全海域を行っていないので、十分な結果ではないが、幼魚の多くが、とれだすのは、6、7月以降で、とくに7月に多い。現在までにわかっている多くの底魚のうち、冬期に産卵期をもつものは少く、その大部分が3月以降であるが、今回の幼魚の出現する時期から、その産卵期をはつきりと推定することができよう。

本論に入る前に、これらの幼魚が、産卵あるいは、発生後どれだけの日数を経たものであり、いつ頃、底棲生活に移つたものであるかを一応知る必要があるので、産卵時期、発生までの経過時間および浮游生活期の時間等の判明されているものについて、少し吟味してみよう。

マアジは、中部以北の日本海では、6～8月、稚仔網によつて、表層で多く採集される。全長範囲は2～30mmで、最多頻度全長は5～20mmである（対馬暖流開発調査報告書、第2輯、1958）ことが知られている。7月に曳網でとられた大きさは、2～10cmで大部分が上記全長範囲に入り、最多頻度3～6cmであること、および、出現の時期から、2～10cmの大きさのものは、明らかに、底層生活に移行したばかりのものである。

ヒメジは、7～8月、全長3～41mmのものが中部以北の日本海で稚仔網で採集される（対馬暖流開発調査報告書、第2輯、1958）。曳網で採集された大きさは2～10cmの範囲で、最多頻度3～5cmであるから、前記稚仔網でとられた大きさと比べて、これも明らかに、底層生活に移行したばかりのものであろう。

マダイの幼魚は、6、7月、稚仔網により、中層（10～20m）曳を行つた際、10mm以内のものが、採集されている（未発表）。また、新潟～山形県の産卵期が5～6月であることから考えて、7月にとらえられた1～3cmの大きさのものは、産卵後1～2カ月を経たものであろう。

マガレイは、稚仔については不明であるが、主産卵期が5月であり、底棲生活に移行する大きさは、変態の完了する時期で、その大きさも1cm未満であることが知られているので、6、7月採捕される1～2cmのものは、底棲生活に移つて、間がないものと解される。

ニギスは、渡辺（1958）によれば、主産卵期が年2回（春、秋）あるとしているが、4、6、7月にとれた2～4cmの大きさのものは、春、秋いずれのものともわからないが、発生後半年で8～9cmに成長する（渡辺、1958）ことが知られているので、おそらく、春期に生れたものであろう。

ヒラメは、新潟～山形県では、4～6月が主産卵期であるが、1cm以内の稚仔が6月に表層で、稚仔網によつてとられていることから、（未発表）6月に採捕された6～8cmのものは、生後かなりの日数を経ているものである。

ヤナギムシガレイの主産卵期は、3月であり、6月4～5cmの大きさのものは、産卵後3カ月余を経たものであろう。

ガンゾウビラメは、7月に1～2cmのものが、大量にとれるが、主産卵期が6月であることから、生後1カ月余を経たものであろう。

ムシガレイは、4～5月に主産卵期があるが、6月2～3cmの大きさのものは、産卵後1～2カ月を経たものであろう。

その他、産卵期の判明しない多くの魚種についても、その大きさから、生後余り多くの日数を経たものではないことは確かである。

以上のように、採集されたものの大部分は、底棲生活期に移行して間もないものか、発生後多くの日数を経たものではない、ごく初期のものであることが判る。

第 2 表 採集最小体長出現期および大きさ

	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 (月)
ニギス		←3~→		2~			←~~~~~→			
アカムツ									1~2	
ムシガレイ			←~~~~~→		2~3					
ヤナギムシガレイ	←~~~~~→			4~5						
マガレイ			←~~~~~→		1~2					
ガンゾウビラメ				←~~~~~→		1~2				
キンカジカ					2					
コモチジャコ					1~2					
マトウダイ					2~3					
マアジ					2~6	←~~~~~→				
ミシマオコゼ									1~3	
ヒラメ				←.....→		6~8				
ヒメジ					←.....→		3~5			
マエソ								2~4		
マダイ				←.....→		1~2				
オニカナガシラ					2~3					
スメリゴチ					1~2					
ササウシノシタ							2			
トビササウシノシタ					2~4					
イヌノシタ							3~4			
タチウオ								12		
オキヒイラギ										
テングダイ								1~2		
アカハゼ								1~2		
イトヒキハゼ					3~4					
マツカジカ					2~3					
アオミシマ									3~4	
ハタハタ		←.....→		2~					←~~~~~→	
アカアマダイ									2~3	
ヤリガレイ									1~2	

←.....→ 浮游稚仔出現期

←~~~~~→ 産卵期

数字は体長範囲 (cm)

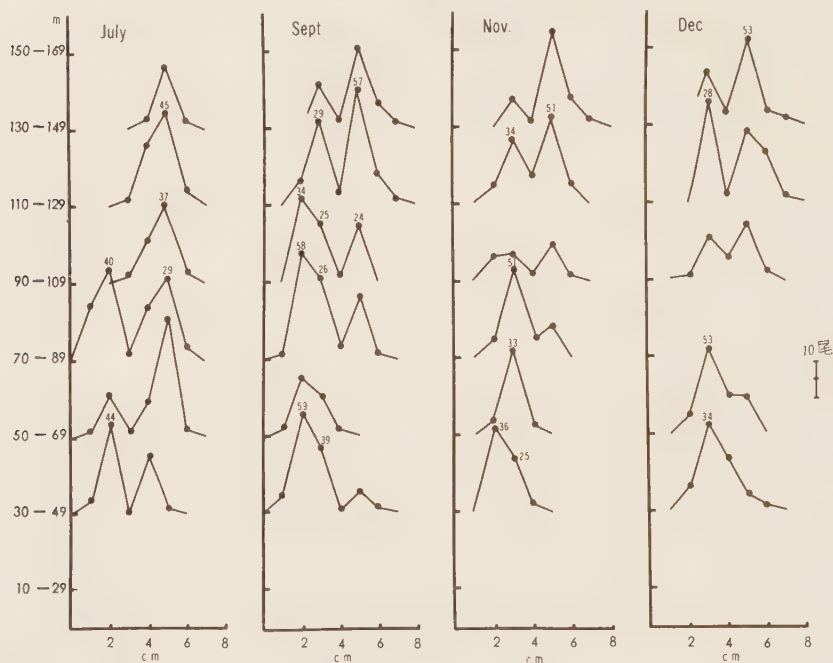
Ⅵ. 深度別, 時期別, 体長分布

主要魚種について, 深度別に体長分布をみると, 第2図 a—h に示すとおりである. 以下主要魚種について述べる.

マガレイ

4, 6~7月および9, 11月の時期別にみると, 6~7月は明らかに, 30~150m の中広い水深帯で, 幼魚, 成魚ともに漁獲されている. しかし, 9~11月の秋期は, 100m 以浅の沿岸海域で多く曳網したにかか

コモチジャコ

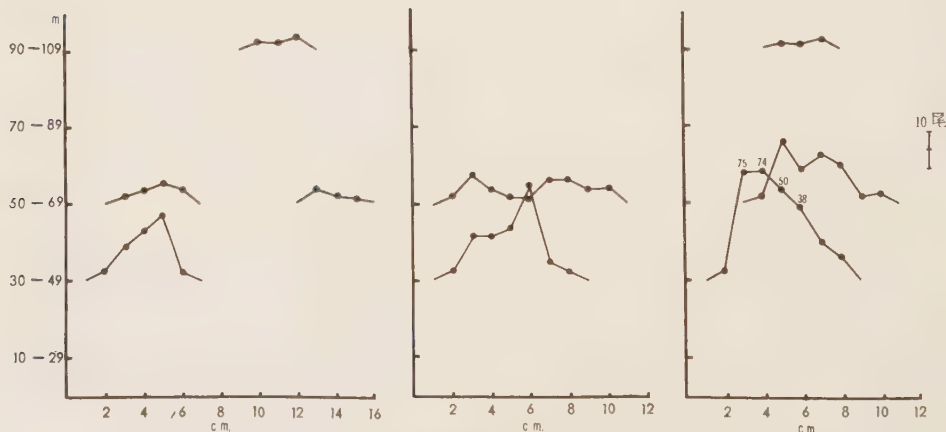


第2図 a

カナガシラ

マアジ

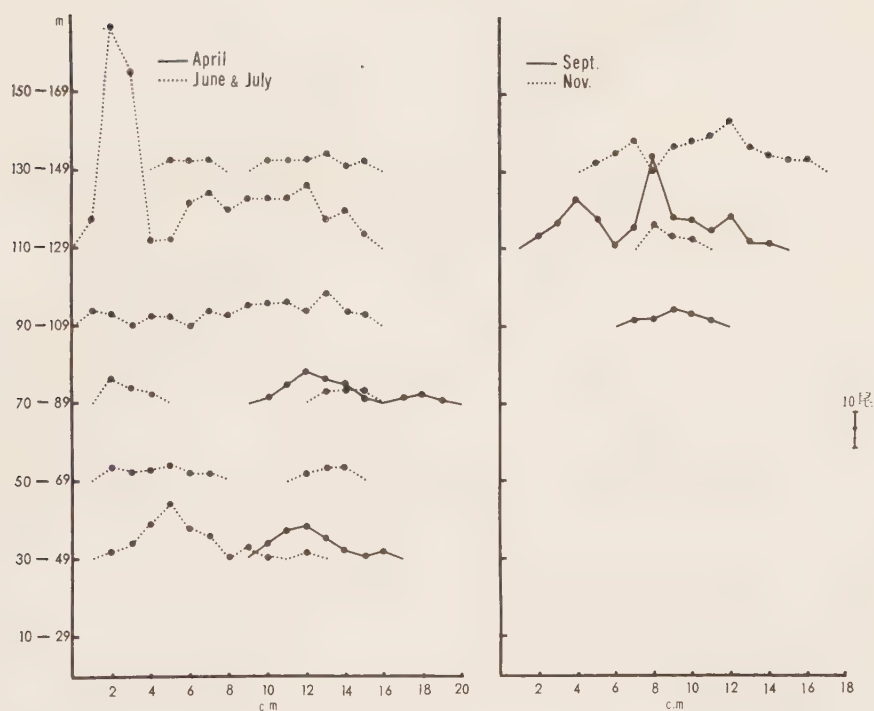
ヒメジ



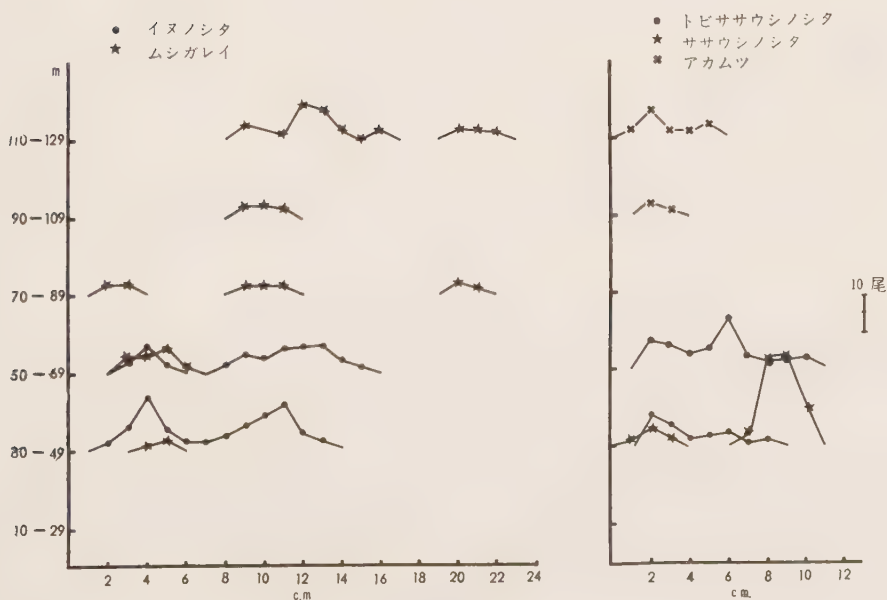
第2図 b

魚種別, 深度別, 体長分布

マ ガ レ イ

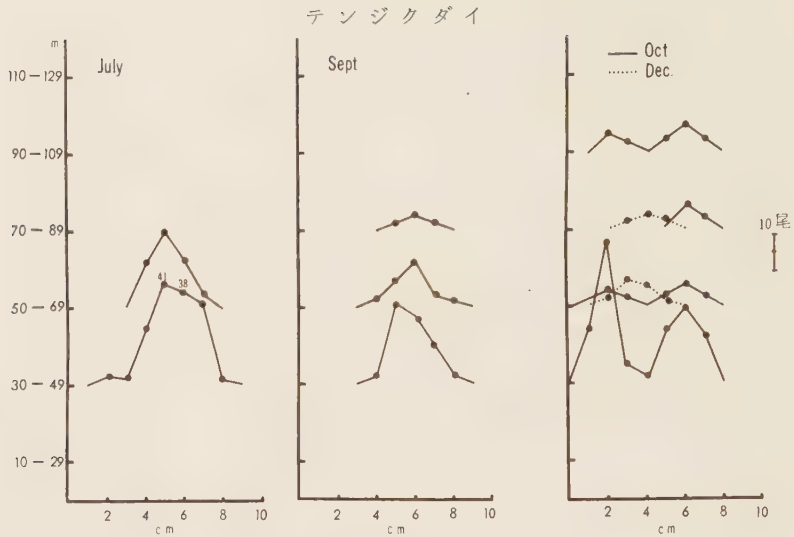


第 2 図 c



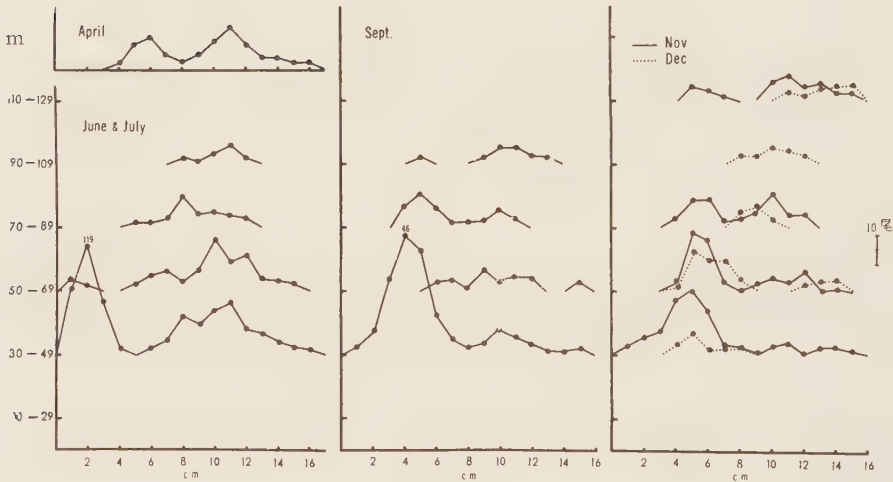
第 2 図 d

魚 種 別, 深 度 別, 体 長 分 布 (続 き)



第 2 図 e

ガンゾウヒラメ



第 2 図 f

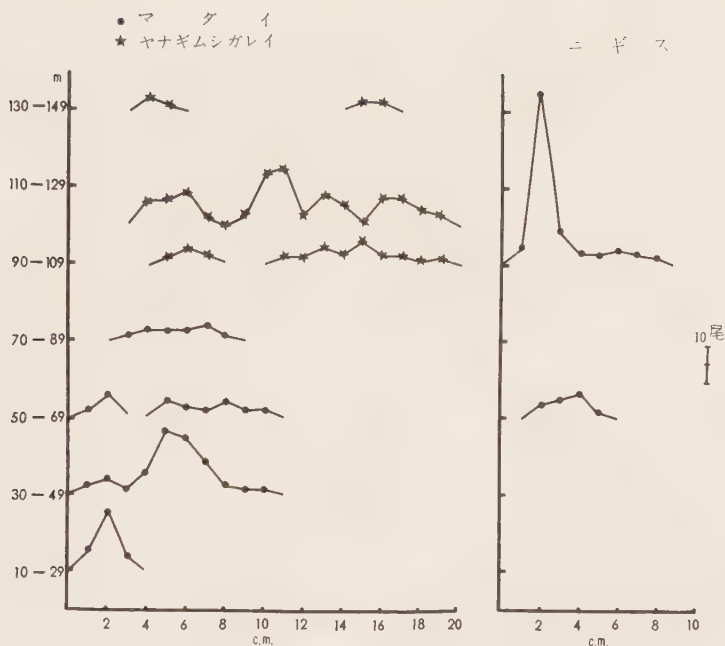
魚 種 別、深 度 別、体 長 分 布 (続 き)

わらず、幼魚、成魚ともに出現せず、100m以深のみに限られている。4月は30~80mの水深帯で調査しているが、この海域では、図のように明らかに10cm以上の魚がとれている。また、漁業者船、試験船の結果でも、1~4月の時期に100m以深で多くの漁獲をすることがわかつている。すなわち、100m以深には、常時棲息しており、ある時期に沿岸に来遊するものである。その一時期が、4、6、7月であろう。幼魚は、浅所だけでなく、100m以深にも棲息するが、一時期は、浅海域に棲息の場をもつのであろう。

底魚類は一般に、春期は浅く、秋・冬期には深みに漁場が形成されると云われているが、マガレイも垂直移動を行う代表的魚であることがわかる。

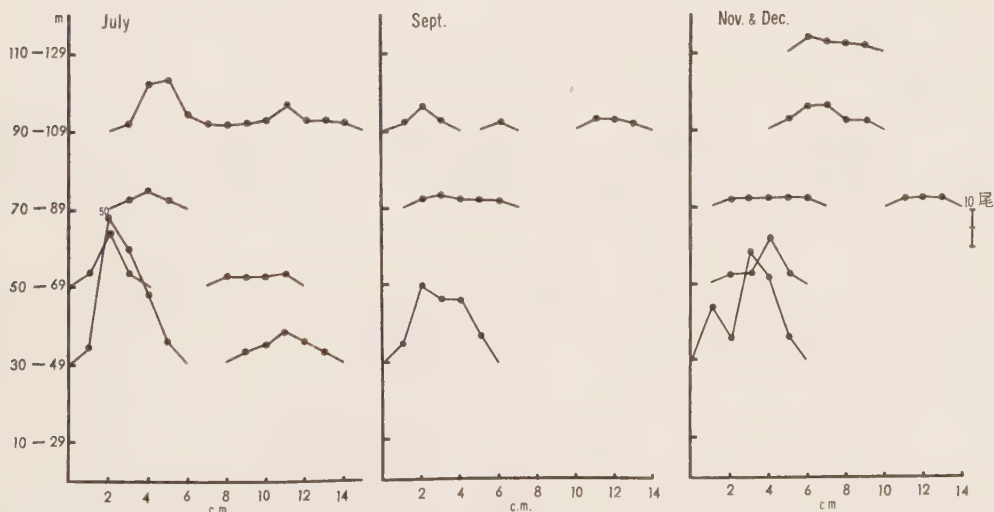
ガンゾウヒラメ

4、6~7、9、11、12月の各期の分布をみると、全般的には、各期とも幼魚は30~70m深にとくに多く棲息している。6~7月には、30~50mに主漁場があるが、9、11、12月には、その一部が70~80m、ある



第 2 図 g

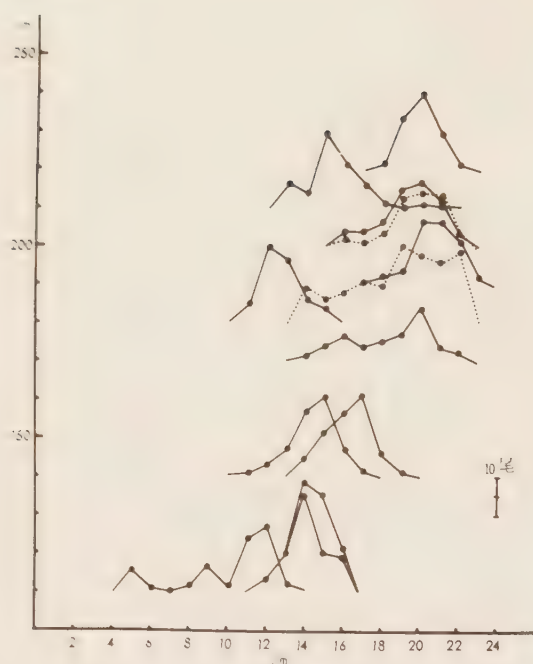
ヌ メ リ ゴ チ



第 2 図 h

魚 種 別, 深 度 別, 体 長 分 布 (続 き)

いは、それ以深にも棲息場が伸びている。また、5～6 cm以上の魚は11, 12月に入ると、その一部が100m以深にも伸びており、各 stage の魚は秋以降になると深所に移動することがわかる。また、3 cm以下の小型のものは、やはり、30～40m深に限られ、50m以深には移行しない。すなわち、同一若年群のものでも、1～2 cmのごく小さいうちは、ごく浅所に主に分布棲息し、より大型のものは、より深みに棲息している傾向をもっている。大きな個体は、30～130m深に広く棲息し、深さによる体長組成の違いはみられなかつた。



第3図 150m深の底曳網毎の体長組成
(尾数、4月11日)

ニギス

第3図はニギスについて、11月の産卵期に、底曳網(1954. 銀山丸)で採捕されたものの体長組成を深度別に配列したものである。すなわち、150m以浅では、18cm以上の個体は漁獲されない。すなわち、浅所(150m以浅)に小型が、深所(150m以深)には大型が主として棲息している様子がわかる。この現象は、渡辺(1958)が、日本海西南海域群についても認めており、田畑(1960)によっても明かにされている。第2図は、150m以浅海域で、曳網による漁獲物の体長組成を現わしている。すなわち、1~3cmの若令魚体が、この50~69, 90~109m深でとられており、大型のニギスはとられていない。このようにニギスは、深さにより明瞭に大、小が棲分けをしており、若令のうちは浅所に棲息していることがわかる。

ニギスは、150~200mで産卵が行われるが卵は中層浮游性であるから、遠く流されることはないが、産卵の時期が、季節風の吹く時であるので、沿岸に流される可能性はあ

る。このような意味で、沿岸に稚魚が集まり、若令のうちは、沿岸に棲息するものと思われる。

ヒメダシ

ヒメダシは、産卵期のように、小さな魚であっても表層生活をおくることが知られている(7~8月)。そして、9月になる頃から、底層生活期に入る。表層生活期の分布は不明であるので、底層に移行する過程はわからないが、底層生活に移行した後は、30~70mの水深帯主に棲息し、70m以深では漁獲されない。ヒメダシの成魚は、70m以深にも多く棲息しているが、若令のうちは、ごく沿岸で生活をおくっている。

マダイ

1~2cmの幼魚は、20~70mの水深帯でのみ採集されている。マダイは産卵期になると浅所に来遊し、定着網や底曳網に引っかかることは、よく知られているが、浅所で産卵、発生した稚魚は、1~2cmの小さいうちは、ごく浅所で生活をおくることがわかる。産卵期以外は、成魚は100m以深にも多く棲息し底曳でとられている。

ムシガレイ、ヤナギムシガレイ

ムシガレイ、ヤナギムシガレイは、ヤナギムシガレイと同様、100~150m深帯で、それ以浅には、ほとんど棲息していない。しかし、ムシガレイの幼魚は、毎回の調査では80m以浅の水深帯にのみ採集された。

ヤナギムシガレイの幼魚は1~3cmのごく小さい個体は採集されず4~5cm大のものであつたが、100m以深の成魚は、7月頃に採集され、沿岸浅所では、とれなかつた。1~3cmの小型魚は、6月以前の時期に、もつと徹底して調査を行つておれば、採集されていたかも知れないが、4月に、浅海域(100m以浅)で採集した限りにおいては、資料は得られなかつた。ヤナギムシガレイの産卵は3月であるので、100m以深に移行してしまつた後には、採集したものも知れない。

カナガシラ

青物、特にカナガシラは多く採集されるが、この魚は、“瀬もの”といわれている位、漁場が限られているため、今回の曳網では、成魚が得られなかつたが、2~6cmの幼魚は、やはり30~50mでのみ採集され、それ以深では漁獲されていない。

コモチジャコ

1～3 cmの幼魚は、4 cm以上の大型の魚とともに7月を除く各期とも30～150mまでに広く棲息しているが、もっとも多く現われる水深は、全般的には100m以浅である。大型の魚は、秋～冬期に入ると70m以深に移行し、70m以浅には採集されず、深さによる棲分けが明らかで、季節による垂直移動がみられる。幼魚も大型と同様9月以降は、その一部が深所に移行する。同年級のものでも、深所では、より型の大きいものがとれることは、ガンゾウビラメと同様である。

スメリィチ

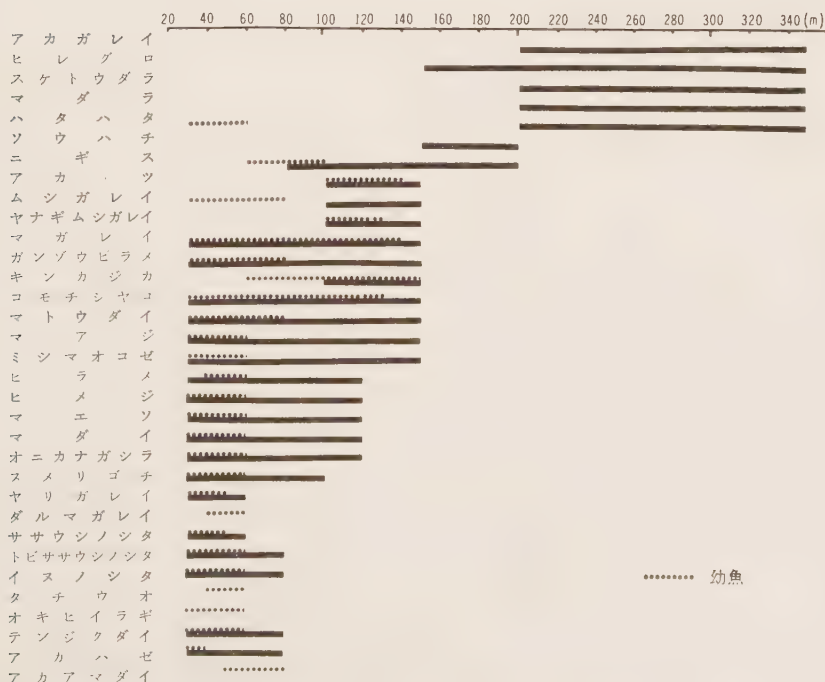
1～4 cmの小型魚は30～100m深に常時棲息している。大型魚は、マガレイ、ガンゾウビラメ、コモチジャコ等と同様、季節による垂直移動がみられる。すなわち、7月には、30～70mでも棲息しているが、9～12月では、この深さからは大型は採集されない。

テンジクダイ

1～3 cmの小型魚は、10月に入つて出現するが、主棲息水深は、30～50mである。7月以降10、12月と季節が進むと、大型魚は深みに移行する様子が見られる。

そ の 他

- 100m以深で採集……………アカムツ(1～3 cm)
- 30～70m深で採集……………トビササウシノシタ(2～4 cm)
- ササウシノシタ(1～3 cm)
- イスノシタ(2～5 cm)
- マトウダイ(1～4 cm)
- 40～50m深で採集……………マエソ(3～5 cm)
- ダルマガレイ(1～2 cm)
- ミシマオコゼ(1～3 cm)
- ヤリガレイ(1～2 cm)



第4図 底魚類主棲息深度および幼魚主採集水深(新潟・山形県沖)

以上の得られた結果から、幼魚の主棲息水深を図示すると第4図のようになる。この図は、このたびの調査の結果および、過去の底曳試験（153～155）の資料、さらには、漁業者の聞きとり等をもとにして画いたものである。とくに多く棲息している水深帯、あるいは、魚の四季的な動き等は現わさず、これらを普遍化したものである。

この図のように、魚によつてそれぞれ特有の水深帯をもち、深さによる分棲がみられる。採集された幼魚の主棲息水深は、図中の点線で現わしている。このうち、アカガレイ、スケトウダラ、ヒレグロ、マダラ、ソウハチ等の幼魚は、今回の調査からは、採集されなかった。この図のように、全般にいいうることは、アカムツ、ヤナギムシガレイ、キンカジカの幼魚を除けば、大多数が60m以浅の沿岸域に棲息域をもっていることがわかる。

VII. 幼魚の水平分布

定点別の幼魚の出現種を第3表にあげた。全体をみると、定点1、3、6、9、20、28のいわゆる沿岸底曳禁止区域内に多くの種類の幼魚が出現しており、そのいずれもが、沿岸3哩以内の諸点である。とくに新潟県潟沖から以北、同藤塚沖一帯は、出現種の多いことと、後述するが、個々の種の量も多いことは特記する必要がある。

また、その他の諸点でも、沿岸浅域は、沖合に比較すると出現種も多く、沖合の諸点ではずつと出現種も限られてくる。とくに定点8、10、11、12、14、16の新潟県沖合では、マガレイの幼魚を除いては、みるべきものがない。山形県沖合も同様なことが云われるが、一部の魚については、その量も多い。中でもマガレイは著しい。

第3表 定点別、幼魚出現種

定点 No.	出 現 種 名
1.	コモチジャコ、ガンゾウピラメ、ヌメリゴチ、マアジ、テンジクダイ、ニギス、ヒメジ、カナガシラ、トビササウシノシタ、マエソ、タチウオ、ムシガレイ、ダルマガレイ
2.	コモチジャコ、ガンゾウピラメ、ヤナギムシガレイ、アオミシマ
3.	コモチジャコ、スジハゼ、ヌメリゴチ、カナガシラ、ヒメジ、マアジ、ガンゾウピラメ、マダイ、ムシガレイ、ヒラメ、マトウダイ、アカハゼ、トビササウシノシタ、イネゴチ、マエソ、イヌノシタ、オキヒイラギ、ツキノワガレイ
4.	コモチジャコ、オキヒイラギ、ガンゾウピラメ、ニギス
5.	コモチジャコ、キンカジカ、マツカジカ
6.	コモチジャコ、スジハゼ、ヌメリゴチ、テンジクダイ、ヒメジ、マアジ、カナガシラ、ガンゾウピラメ、マダイ、ニギス、アカアマダイ、ヤリガレイ、アカハゼ、マエソ、トビササウシノシタ、ミシマオコゼ、イネゴチ、オキヒイラギ
7.	コモチジャコ、テンジクダイ、アカムツ、ガンゾウピラメ、マアジ
8.	コモチジャコ、アカムツ、ヤナギムシガレイ
9.	コモチジャコ、スジハゼ、ヒメジ、ガンゾウピラメ、マアジ、カナガシラ、ムシガレイ、マガレイ、マエソ、マトウダイ、アカハゼ、トビササウシノシタ、テンジクダイ、オキヒイラギ、ヤリガレイ、ツキノワガレイ、ヌメリゴチ
10.	コモチジャコ、アカムツ、アカアマダイ
11.	マガレイ、アカムツ、マトウダイ
12.	マガレイ、オキヒイラギ
13.	オキヒイラギ、マダイ、ヒメジ、カナガシラ、ガンゾウピラメ、アカハゼ、ヌメリゴチ、スジハゼ、ヒラメ

定点 No.	出	現	種	名
14.	コモチジャコ、ガンゾウピラメ、マアジ			
15.	ニギス、ヤナギムシガレイ、スメリゴチ			
16.	キンカジカ			
17.	ガンゾウピラメ、コモチジャコ、マエソ、スジハゼ、スメリゴチ、キンカジカ、アカハゼ			
18.	ガンゾウピラメ、コモチジャコ、スメリゴチ、マエソ			
19.	マガレイ、ヤナギムシガレイ、キンカジカ、マツカジカ			
20.	ヒメジ、ムシガレイ、マガレイ、ガンゾウピラメ、マダイ、トビササウシノシタ、コモチジャコ、ミシマオコゼ、ダルマガレイ、マエソ、オキヒイラギ、アカムツ、スメリゴチ			
21.	ガンゾウピラメ、コモチジャコ、スメリゴチ			
22.	マガレイ			
23.	ガンゾウピラメ、コモチジャコ、ヒメジ、マダイ、ニギス、マエソ、ミシマオコゼ			
24.	マガレイ、ヤナギムシガレイ、アカムツ、コモチジャコ			
25.	ヒメジ、ガンゾウピラメ、コモチジャコ、ササウシノシタ、カナガシラ、マダイ			
26.	マダイ、マガレイ、マツカジカ、オキヒイラギ			
27.	ニギス、マガレイ、ヤナギムシガレイ、キンカジカ、コモチジャコ、マツカジカ			
28.	ガンゾウピラメ、ヒメジ、マガレイ、スメリゴチ、イヌノシタ、オキヒイラギ、コモチジャコ、アカハゼ、ミシマオコゼ、カワハギ、ダルマガレイ			
29.	マガレイ			

* 幼魚の体長範囲 (cm)

マ ガ レ イ (1~4)	サ サ ウ シ ノ シ タ (1~3)	キ ン カ ジ カ (1~2)
ヤ ナ ギ ム シ ガ レ イ (4~7)	ス メ リ ゴ チ (1~5)	ミ シ マ オ コ ゼ (1~4)
ム シ ガ レ イ (1~5)	イ ネ ゴ チ (2~)	ア オ ミ シ マ (4~)
ダ ル マ ガ レ イ (1~2)	マ ダ イ (1~3)	カ ナ ガ シ ラ (2~5)
ツ キ ノ ワ ガ レ イ (1~2)	マ ト ウ ダ イ (1~4)	ア カ ム ツ (1~3)
ヤ リ ガ レ イ (1~2)	ア カ ア マ ダ イ (2~)	オ キ ヒ イ ラ ギ (1~4)
ニ ギ ス (1~3)	テ ン ジ ク ダ イ (1~3)	ヒ メ ジ (2~5)
ヒ ラ メ (7~10)	ア カ ハ ゼ (1~3)	マ ア ジ (2~6)
ガ ン ゾ ウ ピ ラ メ (1~6)	ス ジ ハ ゼ (1~3)	マ エ ソ (3~5)
イ ス ノ シ タ (2~5)	コ モ チ ジ ヤ コ (1~3)	タ チ ウ オ (11~12)
ト ビ サ サ ウ シ ノ シ タ (2~4)	マ ツ カ ジ カ (1~3)	カ ワ ハ ギ (1~2)

次に、出現種のうちでも多獲魚種について、曳網当りの漁獲尾数を定点別にみると、第5図に示すようになる。すなわち、沿岸区域で広範囲に多く現われる種類は、ガンゾウピラメ、ヒメジ、マダイ次いで、カナガシラ、マアジ等であるが、中でも新潟県、中南部沿岸に多くみられた。また、沖合は場所により、多いところと少ないところの差が大きく、漁場が限られていることは、沿岸域と著しい相違点である。すなわちニギス、マガレイにみられる。

底質と、魚種の分布との間には、明瞭な相関はないが、マガレイが山形県沖合の砂質地帯に多いということ、カナガシラ、マダイ、ヒラメ等が、岩礁周辺域に多く出現したことは特記すべき事項である。

定点別の底質は、第1表に示したが、このうち新潟県、中南部の沿岸5里以浅の海底には、河川から搬出



第5図一①



第5図一② 主要魚種の水平分布(1網中の平均漁獲尾数)

された木の葉片が多く沈積しており、曳網の際に支障をきたすことがある。この沈積物は、餌科生物の供給源として、役割を果たしているものと考えられ、幼魚の多く出現する理由の一つになっているのであろう。

VIII. 考 察

前項では、各魚種別に、幼魚の深淺分布、および、水平分布について記述したが、これを一括すると、アカムツ、ヤナギムシガレイを除く大部分の幼魚、しかも、底棲生活期に移行したばかりの大きさのもの、または、当才魚でも、ごく若い stage の魚は、沿岸から2～3哩以内のごく浅い海域に、ある期間滞泳しており、沖合には、沿岸水域に較べて分布が稀薄であることがみられた。

幼魚の分布は、産卵の場所、流動、卵、稚仔の生態等により決定されるが、今出現種についての、産卵の場所、卵稚仔の生態は、ごくわずかな魚を除いて判明されていないので十分ではないが、ここでは流動の面から幼魚の分布について若干考察を加えてみたい。

当調査海域内には、北上する流れと、地域によつては沖合から沿岸に流入する大きな流れがある。これらの流れは、沿岸2～3哩の所では島や沿岸の地形、河水の流れ等によつて、色々と変形し、複雑な様相を呈するものと考えられる。そして、沖合本流に対し、沿岸域では渦流を生じ、流速も沖合にくらべて緩慢になるものと想像される。例えば、新潟県、間瀬～岩船間は、信濃川の流れ、さらには、新潟～岩船間にもみる凹入した地形等から、渦流を生じ易い場所に当っているものと思われる。

33年6、7月、沿岸域から沖合全域にわたつて、稚仔網により0～20m深の稚仔を採集したが、その結果は間瀬～新潟間の沿岸域、新潟～岩船間は沖合および他の海域にくらべて、非常に多くの稚仔を採集することができた(未発表)。また、前述したように間瀬～岩船間の2～3哩以内に限つて、河川から搬出された木の葉が相当量海底に滞積していた

り、また、この海域には、トラエビ、テナガテツボウエビ等の内湾性エビが多くとられた(大内, 1960)。これらは、前述の沿岸域の特性を裏書きできる指標となるであろう。

沖合から搬入された稚仔(ニギス、ムシガレイ等)、沿岸浅域で産卵、発生した稚仔(マガレイ、マダイ、

ガンゾウビラメ、ヒラメその他の沿岸性魚類)の多くは、前述の渦流域に滞泳し、沖合に出ることができず、長くその海域に滞留しているのであろう。山形県沖合においては、新潟県の場合のようにそうした現象は顕著でないが、同様の傾向を示している。

沖合域は、沿岸域に較べて幼魚の出現が少いことは、沖合は、対馬暖流の流路にあたり、沿岸域にくらべて、渦流を生じ難い環境にあるためと考えられる。また、沖合海域でも、山形県沖合は、新潟県沖合にくらべて、マガレイ、およびニギス幼魚の出現の多いことは、この地方は地形的にも、岩礁地帯が多く、渦流を生じ易く、稚仔の停滞に好都合の環境を作っているためではなかろうか。

このように沿岸域に主棲息域をもつ幼魚でも、秋～冬には、その生活領域の一部が沖合に伸びてゆく、すなわち、マガレイ、ガンゾウビラメ、コモチジヤコ、テンジクダイ、スメリゴチ、その他にみられる。このことは、成長に伴う運動力の拡大と相まって、対馬暖流の勢力が弱まるにつれ、沿岸渦流の形態と行動が変化することに原因していると思われる。このようにして、幼魚は成長に伴って沖合に分布範囲を拡大するものであろう。

IX. 要 約

距岸3 哩以内の底曳禁止区域の意義付けを行うための、一つの研究課題である底魚幼魚の分布を知るため、4～12月、新潟、山形両県沖合において、底層の曳網調査を行つたが、その大要は次のとおりである。

1. 150m 以浅海域で、魚類総数89種のうち、幼魚は33種の出現をみたが、寒流系魚種の採捕はなかつた。
2. 4～12月の間で、幼魚が曳網で採捕されるのは6月であるが、多く入網をみるのは7月以降であつた。
3. 幼魚の大部分は、60m以浅の沿岸域に滞泳しており、沖合には少なかつた。そして、全般に沖合は沿岸域に較べて分布の偏りがみられた。
4. 採集された幼魚のうちで、季節による深浅移動のみられた種とそうでない種とがあつた。

文 献

- 大内 明 (1960). 北部日本海底曳禁漁区の動物分布に関する研究. II. 底棲動物, 日水研研究年報(6). 底魚資源調査概報, No. 10 (1958): 日水研.
 佐渡海峡底魚資源調査, 未発表: 日水研.
 田畑喜六他 (1960). 石川県の底魚資源調査経過報告. 石川県水試報告 (別冊 No. 3).
 対馬暖流開発調査報告書, 第二輯 (1958): 水産庁.

日水研年報, (6) : 173-182, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6) : 173-182, 1960.

北部日本海底曳網禁漁区の動物分布に関する研究

Ⅱ. 底棲動物

大 内 明

Studies on the Animal Distribution in the Abstained Areas for Trawl-Fishery of the Northern Japan Sea

II. Benthic Animals

BY

AKIRA OUCHI

Abstract

The author studied the faunistic character and the distribution pattern of benthic animals collected mainly from the abstained areas for trawl-fishery off Yamagata and Niigata Pref. by using a special gear improved from the common trawl-net.

The results obtained are summarized as follows;

1. In total, 143 species were caught during the survey, and they are placed in order of abundance of appearance of species as follows, namely, *Bibalbia* (24 species), *Brachyura* (23), Snails (20), *Macrula* (17), *Gastropoda* (7), *Cephalopoda*, *Echinoidea*, *Holothuriidea* and others.

2. Species occurred most abundantly in individual numbers were the crabs and lobsters, attaining for 75-85 percent of all, among which either *Metapenaeopsis acclius* or *Crangon affinis* was dominated at each station.

3. The bottom fauna appeared more flourishing off the coast of Niigata than off Yamagata Pref.,. It may be generally said that they have a relationship with the bottom sediments.

4. The lobsters inhabiting in the warm current or in the bay in Southern Japan were found in the inshore areas not exceeding 60 meters of depth. This fact may be one of the distributional characteristics off the coasts of Northern Japan.

5. The stations yielding many species could be found at a depth not exceeding 60 meters. There is a tendency for benthic animals to appear generally more abundantly in October and December than in July and September.

I. 緒 言

本調査は、沿岸底曳網禁止区、漁業生物調査の一環として行つた幼稚仔の分布調査の中で、幼魚と同時に入網したベントス類の整理を行つたものである。

従来、ベントス類を取扱つた研究は数多くあるが、その採集にはそれぞれ多くの問題を残している。ベントスの採集には、採泥器、ドレッジ等によるものと、底曳網で副次的に採集する方法とがある。後者は、網目の関係で、小型ベントスの採集には不適であり、また、泥中のベントスをとらえることは困難である。したがつて、この方法では、底棲動物を客観的につかむことはできない。また、同様にして前者の場合は、後者と逆なことがいえる。このように、定量的にはもちろん、定性的にも客観化することは非常にむずかしい問題である。

ここで述べるベントスの採集は、後述するように、底曳の場合と同一方法ではあるが、幼魚の採集を目的としているため、袋網の目合をごく小さくし、小型なものまで、採集可能にしたこと、および、網口をあらかじめ閉口している点で、操作が簡便であるという点で、普通の底曳の場合に比べて目的に合致している。

第1図に示す、新潟・山形県沖合の広範囲の地域に29点の採集定点を設けたが、定点が少ないということ、定量的に取扱うことで問題が残されているので、本来の目的である、魚族の分布との相関を論ずることは、次の問題としてとりあげ、ここでは、ベントスの構成種を中心とした、分布の問題にしばらく述べることにした。

本調査を推進するにあつて、常に御指導と御便宜を与えて下さつた、日本研加藤資源部長、資料の整理に非常な御苦勞を願つた笠原大智子資源部員、佐藤信夫元部員、資料採集に御尽力賜つた尾形技官に対し、また、資料採集に御協力下さつた、第二旭丸の方々に対して感謝の意を表します。

とくにベントス類の同定には次の諸先生の労を煩はした、ここに厚く御礼申し上げます。

ウミウシ類	馬場菊太郎
二枚貝、巻貝類	畑井小虎
ウニ、ナマコ、Pennatulacea	内海富士夫
エビ、カニ類	三宅貞祥

II. 資料および採集方法

採集器具については、前述したように、一般に用いられている一艘曳底曳網を改良したもので、網口(2×3m)の上、下に竹をあらかじめ結着したビーム式のものである。囊網は、目合を細かくし、25節(1辺の長さ約4mm)のものを使つた。また、曳網(7分ロープ)の中途には、チェーンを取付け、曳網の際の浮上を押えた。採集については、網は、船尾から流し、海底に沈降するのをまつて25分間除行した。

水深範囲は、30~150mで、150m以深海域は、海底に岩礁が多く、曳網試験は困難をきわめたので、行うことはできなかった。曳網は、各定点1回とし、33年6、7月および34年7~12月の、主として夏一秋期に調査の主力をおいた。

調査定点は、第1図に示したが、新潟県間瀬沖から、山形県酒田港沖にいたる間に、29点を設定した。もつとも沿岸に近い定点は、距岸2哩のところにあり、定点の間隔は約10哩とした。このように設けた調査定点は、おおむね海底の砂または泥地帯に多く、曳網が容易であつたが、定点番号19、22一帯は岩礁が多く調査が困難なため、その回数は少く、また破網等があり、十分な資料は得られていない。

このように、調査定点が少いということと、一部岩礁地帯があつたため、集められた資料は海域の全容を把握上においては、若干問題を残している。

III. 構 成 種

調査定点で採集されたもののうち、次を除くすべての底棲動物を巻末に示した。すなわち、棘皮動物のヒトデ類(11種)、環形動物の多毛類(6種)は種属の同定が完了していませんのですべてあげていない。また、二枚貝、エビ、カニ類、軟体動物翼足類の各1、2種も、種属が不明なので、このものについても記されて

いない。

腹足類で2種の新種が発見されているが、これは、馬場菊太郎先生の同定になるものである。

記録された種は、総数で119種、不明な種を合すると143種におよんだ。出現の多いものからみると、二枚貝の24種、短尾類の23種、巻貝類の20種、長尾類の17種、腹足類7種、頭足類6種、ウニ類6種、ナマコ類5種、その他となつている。しかし、二枚貝、巻貝類の採捕数はエビ、カニ類に比べてはるかに少ない。

第1表は出現種を各門ごとにまとめた出現総尾数であるが、節足動物が総出現尾数のほとんど大部分を占めている。節足動物での代表種は、いわゆるエビ、カニ類で、中でもエビ類の出現尾数は大きい。第2表は多獲種の一曳網当りの漁獲尾数を深度別に示しているが、エビ類のエビジャコがもつとも多く、トラエビ、テナガテツボウエビがこれに次いでいる。軟体動物は、節足動物に次いで、多く現われるが、この中では、二枚貝が多く、次いで頭足類であった。二枚貝では、オオキアラガイが圧倒的に多く出現し、頭足類には、*Sepia koiensis* var が多く現われた。

調査水深が150m以浅の海域であり、しかも夏季を中心とした対馬暖流の強い時期でもあつて、そのほとんどの種が、暖海性で、寒流系または寒流の影響を受ける水域に棲む種は一部を除いてあまりみられなかつた。また

全般にいう現象は、瀬戸内海、伊勢湾等に多くみられるトラエビ、瀬戸内海、有明湾等に多くみられるマイマイエビ、本邦中部以南の内湾に普通にみられるテナガテツボウエビ等、いわゆる内湾性種が当地方の60m以浅の海域に多く棲んでいることで、この地方の漁場環境を知る上において、留意しておくべき事項であらう。日本海の外洋、とくに100m以浅におけるペントス類の生物相とその分布については、記録がみられないので、他海域と比較検討することはできないが、将来は、漁場環境の変動を知る一つの指標として、この方面の研究を大いに進めてゆく必要があらう。

IV. 分 布

第2図は、調査期間中、採集量の割合多い種について、定点別に曳網当りの漁獲尾数を示したものである。

この図をみて明かなように、エビジャコ、トラエビ、テナガテツボウエビ、クホエビガニ、シンコウガニ、フタホシシガニ、メガネエビ類は、広範囲に棲息域をもっており、分布量も多い。中でも、エビジャコは、100m以深海域に、また、トラエビは60m以浅域に多く現われ、全定点ではこの何れかの種によって優占されていた。とくに、エビジャコは、出現各定点で、その出現量は40～80%の多量を占めていた。



第1図 定点番号および水深

第1表 底棲動物の採捕個体数

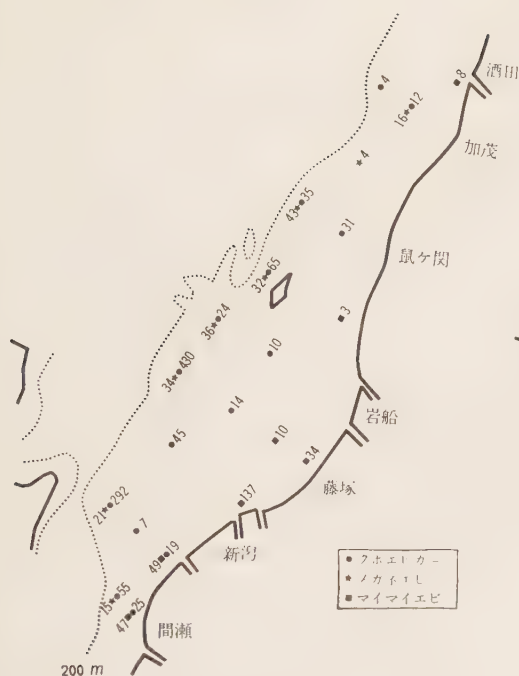
	7 月	9 月	10 月
節 足 動 物	10498	4051	7861
軟 体 動 物	312	577	928
棘 皮 動 物	107	152	194
環 形 動 物	81	47	11
腔 腸 動 物	52	61	120

第 2 表 水深帯別 1 曳網当り漁獲尾数

(33.6.7, 34.7~12)

S.p		水深 (m)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
節類	短尾類	フタホシシガニ	13	41	26	9	25	14	5	-	-	-	-
		ドロイシガニ	-	-	7	23	24	38	8	44	4	-	-
		エンコウガニ	-	-	3	9	10	43	15	27	25	21	21
		イボガザミ	35	11	3	-	-	-	-	-	-	-	-
		テナカコブシガニ	15	10	3	2	-	-	-	-	-	-	-
		ヒシガタコブシ	4	2	15	13	2	-	-	-	-	-	-
		ヤマトエバリヤ	-	-	-	-	-	-	34	-	18	12	-
		ナナトゲコブシ	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	サナダミズヒキガニ	-	-	-	-	-	-	23	-	1	-	10	
動物類	長尾類	トラエビ	166	145	82	53	71	4	-	-	-	-	-
		テナガテツボウエビ	104	25	144	9	14	11	5	-	-	-	-
		エビジヤコ	-	104	143	22	105	287	296	405	41	490	2475
		メガネエビ	-	-	-	-	-	-	-	-	36	26	22
		マイマイエビ	16	31	118	7	10	-	-	-	-	-	-
		コシマガリモエビ	-	-	-	-	-	-	-	-	4	6	54
		スナエビ	-	10	22	15	5	6	-	-	-	-	-
		オニテツボウエビ	-	7	3	4	2	-	-	-	-	-	-
		ヤツアシエビ	-	-	-	-	3	-	2	-	1	2	-
		Birulia s.p	-	-	-	-	-	-	-	-	10	66	169
		トサカエビ	-	4	-	-	2	-	-	1	4	1	-
		クボエビガニ	-	-	-	-	7	17	13	10	20	66	231
		モエビモドキ	-	-	-	-	-	-	4	1	1	6	4
	シヤコ	63	22	39	12	6	-	-	-	-	-	-	
軟体動物	二枚貝	オオキララガイ	2	4	95	31	48	178	12	14	-	-	-
		イタヤガイ	2	3	7	7	1	1	3	-	-	-	-
		ズングリアゲマキ	-	2	7	10	2	4	1	-	-	-	-
		ベニグリ	-	-	-	-	-	-	-	75	4	4	4
		サラガイ	15	3	17	12	5	2	-	-	-	-	-
		ヒラネリガイ	-	24	2	1	7	5	-	-	-	-	-
		Dosinia angulosa	-	-	2	2	11	10	8	1	5	-	-
巻貝	Nassarius caelatus	-	-	5	2	2	3	-	-	-	-	-	
	タウイト	-	14	12	-	15	-	49	-	-	-	-	
腔腸動物		Pennatula peaceyi	-	-	-	1	25	2	5	43	9	3	-
腸物		ボウウミイタゴ	-	-	1	95	29	6	4	3	3	3	-
棘皮動物	ナマコ	オキナマコ	-	-	-	-	-	-	-	1	16	4	4
	ウニ類	ホソザオウニ	23	5	-	-	8	-	-	-	8	-	-
		サンシヨウウニ	11	14	27	-	17	-	-	-	-	-	-
		ブンブクチャガマ	9	82	6	1	3	-	-	-	-	-	-
	オカメブンブク	-	5	3	-	2	2	1	-	-	-	-	

また、分布域の狭い種には、イボガザミ、マイマイエビ、テナカコブシガニ、ヤマトエバリヤ、ドロイシガニ、シヤコ等があり、ウニ類、Pennatulacea はとくに出現域が限られていた。



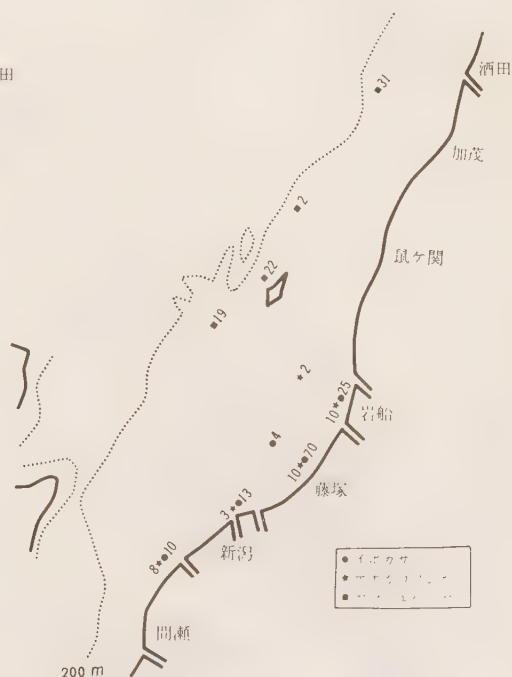
第 2 図—a



第 2 図—b



第 2 図—c



第 2 図—d

多 獲 底 棲 動 物 の 水 平 分 布
(数字は 1 曳網当り魚獲尾数)



第 2 圖—e



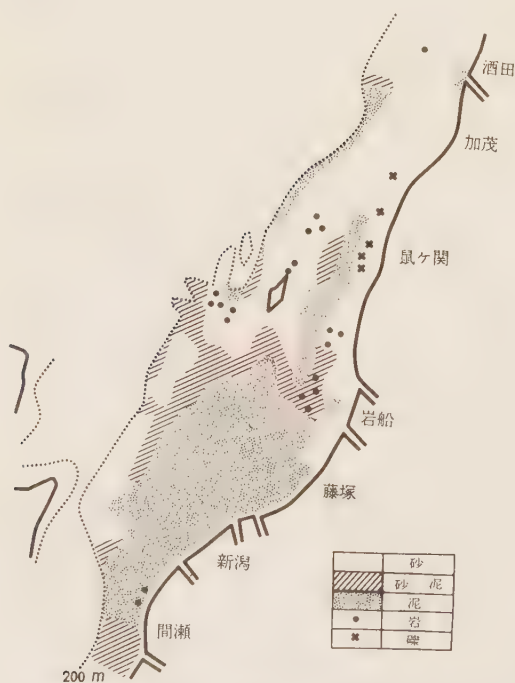
第 2 図—f

多獲底棲動物の水平分布(続き)

各種を通じ、全般に言いうることは、粟島以南域は、同以北に比べて、出現量が高いことである。このことは、後述の底質の性状とも相関がみられるようである。すなわち、第3図に示した底質分布をみると、山形県沖合の広大な砂質帯と、新潟県沖合の泥質帯に大別することができるが、この双方の底質の性状は、そのまま、ペントスの分布量の相違となつて現われているのであろう。

第2表は多獲種についての、垂直分布を現わすが、この表のように種によってそれぞれ特有水深帯をもっており、次のように分けることができよう。

すなわち、100m以深の海域に主棲息域をもつ、エビシヤコ、メガネエビ、コシマガリモエビ、*Birulia* sp.、クボエビガニ、モエビモドキ、ペニグリ、オキナマコ等、50~60m以浅に主に棲息している、トラエビ、テナガテツボウエビ、マイマイエビ、イボガザミ、テナガゴブシガニ、ヒシガタゴブシ、シヤコ、サラガイ、ウニ等、またその中間水域にみられる、ドロイシガニ、エンコウガニ、ヤマトエバリヤ、スナエビ、オニテツボウエビ、



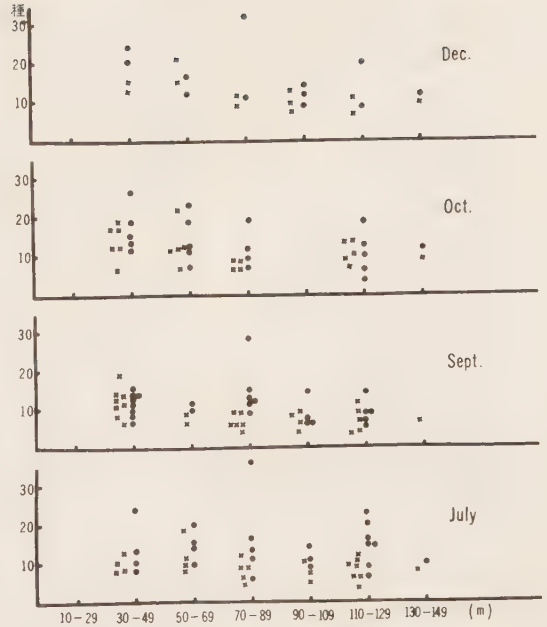
第3図 底質分布（海図による）

軟体動物、腔腸動物の大部等にそれぞれ分けることができる。

第4図は水深帯別時期別に底棲動物と魚類について、その出現種数をプロットしたものである。

全般的に言いうことは、底棲動物では、10、12月は、7、9月に比べて、出現種数の高い定点が多く、また69m以浅域は、各期を通じて、出現種の高い定点が多いことである。すなわち、秋-冬は夏に比べ出現種が高く、かつ、沿岸域は、沖合域に比べて、多くの場所で、出現種の高いことが知られた。このことは、新潟県沿岸でとくに顕著にみられた。新潟県沖合の浅域では、河川から搬出された木の葉片が多量に沈積しており、特異環境をなしていることも、出現種数の多い要因の一つをなしているのであろう。

魚類については、底棲動物の出現種数とは、明かな相関はみられなかつたが、10、12月の候は、底棲動物の場合と同様、69m以浅の沿岸域は、それ以深に比べて、出現種数の高いことがいわれるようである。



第4図 水深帯別、季節別魚類および底棲動物の出現種数
● 魚類
× 底棲動物

出現底棲動物種

() は主採集定点番号

Arthropoda 節足動物

Crustacea 甲殻綱

Decapoda 十脚目

Brachyura 短尾亜目

Latreillia valida

Latreillia phalangium

Charybdis bimaculata

Portunus gladiator

Neptunus trituberculatus

Ovalipes punctatus

Charybdis truncata

Carcinoplax longimanus

Pilumnoplax veotita

Typhlocarcinops canaliculatus

Myra fugax

Arconia heptocantha

Leucosia rhomboidalis

Apcania globata

Ebalia tuberculosa

Philyra syndactyla

Achaeus tuberculatus

Opegonia gracilis

Cancer gibbosulus

Tutankhamen pteromes

サナダミズヒキガニ (2.5.7.27)

ミズヒキガニ (10.26.)

フタホシイシガニ (第2図参照)

イボガザミ (3.6.9.13)

ガザミ (13.16.)

ヒラツメガニ (3.9.)

ヒロバイシガニ (6.9.)

エソコウガニ (第2図参照)

ドロイシガニ (")

オビヒロガニ (1.3.)

テナガコブシ (第2図参照)

ナナトゲコブシ (1.9.)

ヒシガタコブシ (1.13.25)

ヒメトゲコブシ (1.26.)

ヤマトエバリヤ (第2図参照)

ヒラコブシ (16.19.)

アワツブアケウス (25.26.27.29.)

ケセンガニ (29.27.)

イボイチヨウガニ (第2図参照)

ミツカドヒシガニ (26.29.)

Dorippe granulata
Dorippe dorsipes
Conchoecetes artificiosus

Anomura 歪尾亜目

Munididae kuboii
Pagurus rafhbuni

Macrura 長尾亜目

Alpheus japonicus
Metapenaeopsis acclivis
Trachypenaeus curvirostris
Atypopenaeus compressipes
Solenocera distincta
Plesiomnca binocula
Pandalus meridionalis
Latreutes planirostris
Heptacarpus geniculatus
Birulia kishinouyei
Spirolocaris pectinifera
Crago affinis
Paracrago abei
Pontocaris obsoleta
Crago rapax
Processa japonica
Penaeus japonicus

Stomatopoda 口脚目

Squilla oratoria

Mollusca 軟体動物

Cephalopoda 頭足綱

Euprymna morsei ミ ミ イ カ (3.6.20.26.)
Sepia esculenta コ ウ イ カ (6.20.)
Sepia kobeensis var. (2.6.10.14.19.20)
Octopus ochellatus イ イ ダ コ (13.26.)
Octopus vulgaris マ ダ コ (14.25.)
Octopus dofleini ミ ズ ダ コ (4.8.14.15.)

Gastropoda 腹足綱

Pleurobranchaea novaezealandae ウ ミ フ ク ロ ウ (25.27.29.)
Armina (Armina) japonica タ テ ジ マ ウ ミ ウ シ (1.13.)
*Xenoduvaulcelia castanea** (9.13.)
Armina (Linguella) Variolosa サメハダシタウミウシ (4.6.)
*Dubaulcelia sadoensis** サドハナガサウミウシ (3.4.6.13.18.)
Aglaia giglioli カ ノ コ キ セ ワ タ (4.20.29.)
Philine japonica キ セ ワ タ (1.6.9.13.29.)
Fusinus perplexus minor ナ ガ ニ シ (25.)
Nassarius caelatus (1.9.21.25.)
Semisulcospira libertina reiniana (19.)
Clathrodrillia flavidula (1.9.14.)
Siphonalia fusoides タ ウ イ ト (2.20.23.26.)
Calliostoma aculeatum ト ゲ エ ビ ス (29.20.)
Turcica coreensis マ キ ア ゲ エ ビ ス (26.)
Natica figurata (27.29.)
Hemifusus ternatatus テ ン グ ニ シ (23.1.)
Terebra lischkeana ヒ メ ト ク サ (29.)
Ceretostoma adunca イ セ ヨ ウ ラ ク (2.27.)

サメハダヘイケガニ (1.15.20)
 キ メ ン ガ ニ (1.10.)
 ヒ ラ コ ウ カ ム リ (26.24.)

ク ボ エ ビ ガ ニ (第2図参照)
 ラ ス バ ン ホ ン ヤ ド ガ リ (3.6.)

テナガテツボウエビ (第2図参照)
 ト ラ エ ビ (")
 サ ル エ ビ (17.9.20)
 マ イ マ イ エ ビ (第2図参照)
 ク ダ ヒ ゲ エ ビ (3.15)
 メ ガ ネ エ ビ (第2図参照)
 ス ナ エ ビ (")
 ヒ ラ ツ ノ モ エ ビ (6.13.17.20)
 コ シ マ ガ リ モ エ ビ (第2図参照)
 モ エ ビ モ ド キ (5.8.19.29.)
 ト サ カ エ ビ (20.25.26.)
 エ ビ ジ ヤ コ (第2図参照)
 ヤ ツ ア シ エ ビ (7.19.26.29)
 イ ワ エ ビ (21.26.29.)
 オ ニ テ ツ ボ ウ エ ビ (1.3.)
 ロ ウ ソ ク エ ビ (19.21.)
 ク ル マ エ ビ (9.)

シ ヤ コ (第2図参照)

* 新種, 新称 (馬場菊太郎氏による)。

<i>Capulus dilatatus</i>	カ ツ ラ ガ イ (5.)
<i>Puncturella nobilis</i>	コウダカスカシガイ (23.20.)
<i>Labiostrombus japonica</i>	ソ デ ガ イ (6.9.)
<i>Fusinus gemmuliferus</i>	カゴメナガニシ (25.)
<i>Volva volva</i>	ヒ ガ イ (10.)
<i>Neverita didyma</i>	ツ メ タ ガ イ (1.3.)
<i>Bathymurex gorgon</i>	オニツノオレイレ (21.)
<i>Primovula rhodia</i>	ツ グ チ ガ イ (10.)
<i>Strombus (Doxandar) japonica</i>	シ ド ロ (25.)
Scaphopoda 掘足綱	
<i>Dentalium weinkouffi</i>	ツ ノ ガ イ (27.)
Bivalvia 雙殻綱	
<i>Acila divaricata</i>	オオキララガイ (1.4.10.14.18.)
<i>Sobemya japonica</i>	アサヒキスタレガイ (23.)
<i>Ennucula nipponica</i> var.	ク ル ミ ガ イ (14.18.)
<i>Azorinus abbreviatus</i>	ズングリアゲマキ (3.10.14.9.)
<i>Dosinia angulosa</i>	(10.17.16.9.)
<i>Pitar affinis</i>	ムラクモハマグリ (27.29.)
<i>Callista chinensis</i>	マツヤマワスレ (13.)
<i>Paphia amabilis</i>	サツマアカガイ (21.)
<i>Clinocardium californiense</i>	エゾイシカゲガイ (29.20.23.)
<i>Nemocardium samarangae</i>	シマキンギヨ (14.26.13.27.)
<i>Fulvia hungerfordi</i>	チゴドリガイ (13.)
<i>Pecten albicans</i>	イ タ ヤ ガ イ (1.3.22.20.)
<i>Patinopecten yessoensis</i>	ホ タ テ ガ イ (4.9.)
<i>Paphia amabilis</i>	サツマアカガイ (21.)
<i>Promantellum orientale</i>	ユ キ ミ ノ ガ イ (29.)
<i>Entodesma navicula</i>	ウ キ フ ネ (29.)
<i>Peronidia venulosa</i> var.	サ ラ ガ イ (1.3.10.9.)
<i>Pandora wardiana</i>	ヒ ラ ネ リ ガ イ (10.28.9.)
<i>Glycymeris rotunda</i>	ベ ニ グ リ (10.24.27)
<i>Spisula voyi</i>	ナガウバガイ (9.20)
<i>Myonera fluctuosa</i>	レンゲシヤクシガイ (16.)
<i>Solidicorbula erythron</i>	ク チ ベ ニ (3.17.)
<i>Nuculana robai</i>	チ リ ロ ウ バ イ (10.21.)
<i>Chlamys (Mimachlamys) nobilis</i>	アズマニシキ (6.)
Molluscoidea 擬軟体動物	
Brachiopoda 腕足綱	
<i>Terebratalia coreanica</i>	カメホウズキチヨウチン (25.26.)
<i>Laqueus rubellus</i>	ホウズキチヨウチン (29.)
Echinoderma 棘皮動物	
Holothurioidea ナマコ綱	
<i>Parastichopus nigripunctatus</i>	オ キ ナ マ コ (16.19.24.27.)
<i>Cucumaria chrochelmi</i>	イ シ コ (26.23.)
<i>Pentadactyla japonica</i>	(26.9.)
<i>Phylloporus (Phyllothuria) hypsi pyrgus</i>	(1.3.)
<i>Molpadia roretzii</i>	コモンイモナマコ (20.23.)
Echinoidea ウニ綱	
<i>Schizaster lacunosus</i>	ブンブクチヤガマ (第2図参照)
<i>Echinocardium cordatum</i>	オカメブンブク (13.26.9.)
<i>Scaphechinus mirabilis</i>	ハスノハヤシバン (1.28.6.)
<i>Temnopleurus toreumaticus</i>	サンシヨウウニ (第2図参照)
<i>Stereocidaris (Phalacrocidaris) japonica</i>	ホソザオウニ (")
<i>Lovenia elongata</i>	ヒラタブンブク (9.)

Coelenterata 腔腸動物

Octocorallia 八方亜綱

Pennatularia ウミエラ目

Cavernularia obesa ウミサボテン (12.19.)

Pennatula pearceyi (第2図参照)

Pterieides breviradiatus オオハネトゲウミエラ (1.6.)

Alcyonacea 海鶏頭目

Bellonella rigida ボウウミイチゴ (第2図参照)

Hexacorallia 六放亜綱

Dofleinia armata スナイソギンチャク (4.17.18.)

V. 要 約

普通の底曳網を改良した特殊な漁具を用い、1958～1959年6～12月、新潟—山形県沖合の沿岸底曳禁止区域を中心として、底棲動物およびその分布を調べたが、その大要を次に述べる。

1. 出現種の総数は、143種で、二枚貝(24種)、短尾類(23種)、巻貝(20種)、長尾類(17種)、腹足類(7種)、頭足類、ウミ類、ナマコ類、その他の順となつてゐる。
2. 漁獲物中、エビ、カニ類がもつとも出現量大きく、全体の75～85%、余を占めていた。
3. 各採集定点、各時期を通じ、トラエビ、エビジヤコが、沿岸、沖合のおのおので、優占種となつてゐた。
4. 山形県は、新潟県沖合に比べて、概して、底棲動物の出現量は少ないが、これは底質の相違と相関があると思われた。
5. 水深60m以浅の海域は、とくに暖海性、内湾種である。エビ類が現われてるが、このことは、北部海域の動物分布の特長の一つであらう。
6. 底棲動物の出現種数を水深別にみると、各時期とも、60m以浅域は、それ以深にくらべて、出現種の高い場所が多く、また、10～12月は、7、9月とくらべて、全般的に出現種数が多い傾向がみられた。

文 献

相川 広 秋 (1936). 本邦沿岸漁場の底棲生物の性状、日本近海における大陸棚調査、水試報告 (7)。

吉 良 哲 明 (1954). 原色日本貝類図鑑。保育社。

松 井 魁 (1951). 東海、黄海における底曳網漁場と底棲生物群衆との関係について。日水学会誌、16 (12)。

日本海西南海域の底曳網漁業とその資源 (1960)。日本海区水研、74～87。

酒 田 恒 (1932). 日本カニ類図説。三省堂。

上 田 常 一 (1941). 朝鮮産十脚類の研究。第一報 カニ類。朝鮮水産会。

YOKOYA, Y. (1933). On the distribution of Decapoda Crustaceans inhabiting the Continental shelf around Japan, chiefly based upon the materials Collected by S. S. Soyo-Maru, during the year 1923～1930. Jour. coll. Agric., Vol. xll. No. 1.

日水研年報, (6): 183-189, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6): 183-189, 1960.

北部日本海底曳禁漁区の動物分布に関する研究

Ⅲ. 魚 類

大 内 明・尾 形 哲 男

Studies on the Animal Distribution in the Abstained Areas for Trawl-Fishery of the Northern Japan Sea.

Ⅲ. Fishes

BY

AKIRA OUCHI AND TETSUO OGATA

Abstract

We examined the bottom fishes found mainly in the abstained area for trawl-fishery by special beam-trawler with small meshes, in the coast of Niigata and Yamagata Pref. during April to December 1958-'59., the next results being obtained;

1. Among 89 species found in the areas of the depth not exceeding 150 meters, 11 species have been unrecorded in the Japan Sea.

2. The species inhabiting chiefly in the upper abstained areas accounted for 70 percents of all.

3. These species were horizontally abundant in the coast of Niigata Pref. compared with the fishes in the coast of Yamagata Pref.

I. 緒 言

この報告は、本来の目的である底魚の若令魚の分布調査の中で、捕られた資料《北部日本海底曳禁漁区の動物分布に関する研究 I. 底棲幼魚 (1960) 参照》を用い、新潟—山形県沖合の沿岸底曳禁止区域を中心とした底魚類の魚類相とその分布を主として述べたものである。後述のように、標本を採集するに当つては、目合の小さい囊網のついたビーム式の底曳網を用いているため、従来、普通の漁具では採集され得なかつた小型種の魚類が数多く採集されており、また、普通の漁船では、採集でき得ない、水深60m以浅のいわゆる底曳禁止区域内に重点をおいて調査をしているため、多くの日本海で未記録の魚類がとられている。

従来、新潟県沖の魚類は、本間 (1952~59) により、また、山形県沖合の魚類については、杉原 (1944) によりたんねんに記録されている。さらに、日本海本土全域の魚類は、加藤 (1956) により発表され、日本海の魚類相の全貌および各地の魚類について、比較的明瞭に知ることができ、今回の調査では、さらにいくつかの未記録種が発見されたので、これらを追記することと、底曳禁止区域内外の魚類の分布概略を知る

ことは、従来なされていないだけに必要と思われるので、ここに筆をした次第である。

なお、本報告書の御校閲を賜った日水研、内橋所長、加藤資源部長に対し、また資料の整理に、また、資料の採集に多大な労を煩わした笠原美智子資源部員、第二旭丸の職員に対して深甚の感謝の意を表したい。また、種属不明の魚についての同定には、新潟大学本間義治氏、ガンギエイ類の同定には、水産講習所石山礼蔵博士に労を煩わした。ここに御礼を申し述べたい。

Ⅰ．資料および方法

採集地点は第1図参照、採集方法は、“北部日本海底曳網漁区の動物分布に関する研究・第1報底棲幼魚(1960)”の同項を参照。

Ⅲ．採捕魚類相およびその分布

巻末に今回の調査で得られた魚種およびその主要採捕定点を記した。魚類の総種類数は89種で、採集水深が150m以浅の海域であるため、そのすべてが、暖海性魚類であり、寒冷性種は今回はみられなかった。採捕89種のうちで、今まで日本海で記録されていない魚類が11種*、新潟県沖(山形県の一部を含む)で知られていない種が6種**みられた。これらの種は、出現総数の20%余にも達していた。これは、先にも述べた目合の小さい漁具を用いたため、従来とれ得なかつた小型種がとられたこと、沿岸浅所の禁止区域内を中心として調査を行つたためであろう。後述するが、日本海未記録種の大部分は、本邦では、中部以南の太平洋沿岸にみられる暖海性種であつて、この海域では、60m以浅の海域ですべての種が発見された。

とられた89種についての水平および深度別分布の概観は巻末に記した採集定点により知ることができるが、今、60m以浅域の禁止区域を中心とする分布の状態をみると、禁止区域内部でみとめら



第1図 採集定点および水深

れた魚類は38種におよび、また、この禁止区域内部を主棲息地としている6種を合せると、43種(総数の50%)が少なくとも沿岸浅域を棲息場としていることが知られた。この他に季節により沿岸浅所に来遊するもの、沖合、沿岸ともに広く分布している魚を入れると70%余種が、沿岸禁止区域を棲息の場としていた。次に上記海域ごとの主要魚類をあげる。

禁止区域内でのみとられた魚類

アカウオ、ホシヨウジ、タツノオトシゴ、アブオコゼ、アラメガレイ、テンジクダイ、ツキノワガレイ、ミサキスズハゼ、テツポウイシモチ、イヌノシタ、クラカゲギス、ヒメハゼ、イネゴチ、イトヒキハゼ、ハオコゼ、ギンボ、スズハゼ、トビササウシノシタ、ヒメジ、サビハゼ、ダルマガレイ、ヤリガレイ、ササウシノシタ、オキヒイラギ、ヒメダラ、リウグウハゼ、シマウシノシタ、アカハゼ、アオハタ、アネサゴチ、ハチ、ホホウロコカジカ、タチウオ、ヤミハゼ、ビクニン、アカシタビラメ、ネンブツダイ、イネゴチ

* このうち4種、** このうち3種は本間〔1959年、魚類学雑誌7(516)〕により本資料を用いすでに発表した。

禁止区域内で主としてとられた魚

ガンゾウピラメ、コモチジヤコ、ヌメリゴチ、メイタガレイ、キス、マエソ

禁止区域内でもとられる魚

マガレイ、カナガシラ、ヒラメ、ニギス（仔）、ムシガレイ（仔）、マダイ、キアソコウ、カワハギ、シシマオコゼ、マツカジカ、マトウダイ、サイウオ

定点毎に出現した種数は第2図に示すとおりである、この数値は、調査期間である7～12月の各曳網の平均値を現わしている。概観すると、新潟県沖合では、出現種数の多い海域はごく沿岸域にみられるが、山形県沖合ではこのような傾向はみられず、最上川沖合にやや多い海域がみられた。これらの海域でも、とくに多いところは、間瀬—新潟港の間に、他海域と比べて大きな相違がみられる。

新潟県沿岸域は、河川からの搬出された多くの木の葉片が沈積されており、魚の棲息場としてよい環境をつくっていることも、出現数の多い一要因であろう。また、山形県沖合は、底質が荒砂の海域が多いが、このことは出現種の少い一要因をなしているのである。

新潟県沿岸域が魚種の出現の多いという現象は、この沿岸域は暖海性底棲動物、中でも内湾性エビ類の出現の多いこととも考え合わせると、漁場環境の上で一連の関係があるものと考えられる。



第2図 魚類の定点別平均出現種数

Ⅳ. 日本海および新潟県沖（山形県の一部を含む）での未記録種について

前記のように、日本海未記録種11種、新潟県沖未記録種6種が今回の調査で追記することができるが、このうち、ホシヨウジ、ミツボシギンポ、ミサキスズハゼ、ヒメダラ、コモチジヤコ、サビハゼ、アカウオ等については、本間（1959）により、本資料を用いてすでに発表しているので割愛する。

1) 日本海未記録種

ヤミハゼ *Suruga fundicola*

34年7月21日、定点5で採集。体長：47～52mm，93尾。眼は著大で、眼径は頭長の約1/3。体側には不明瞭な数個の斑紋がある。吻は短く頭は円筒状。第1背鰭8棘，第2背鰭1棘17～18軟条，臀鰭1棘15軟条。ホウロコカジカ *Astrocoptes leprosus*

34年7月29日、定点26で採集。体長：38，40mm，各1尾。頭、体部に鋸歯状の櫛鱗をこうむる。体側に4個の不規則横帯がある。第1背鰭9棘，第2背鰭15軟条，臀鰭17軟条，胸鰭18・19軟条，側線鱗34。

アラメガレイ *Tarphops oligolepis*

34年9月29日、定点25で採集。体長：33～40mm 5尾，61～70mm 11尾。体は楕円形で61～70mmの体長で、体長は体高の1.75～1.87倍、ホルマリン固定後の体色は薄黄色。背鰭63～64軟条，臀鰭52～53軟条，腹鰭6軟条。側線鱗数44～45。

ヤリガレイ *Laeops lanceolata*

34年7月12日、定点1，3，6，9で採集。体長：14～38mm 12尾，79～82mm 4尾。

垂直鰭縁は、暗色で、眼は比較的大きい。垂直鰭条は体内で透過してみることができる。背鰭 105～108軟条、臀鰭87～89軟条、側線鱗105～107。

ツキノワガレイ *Samariscus japonicus*

本資料はいずれも幼魚である。

34年12月11、12日、定点 3, 9で採集、体長: 26, 38mm各1尾。体は比較的細長く体縁辺に5～6個の斑紋がみられる。背鰭64, 66軟条、臀鰭48, 49。胸鰭4軟条

イヌノシタ *Cynoglossus robustus*

新潟県60m以浅の海域でもつとも多くみられた。昭和34年7～12月、定点 1, 3, 6, 9, 13, 20, 28で採集、体長: 20～150mm 138尾、背鰭125～131, 臀鰭94～100, 側線鱗70～71。

Raja parosa meedervoorti

34年9月29日、定点26, 27で採集、170, 159mm各1尾。

2) 新潟県沖での未記録種

テツポウイシモチ *Apogon kiensis*

34年9月	定点	25	2尾	} 体長 25～40mm
10 "	"	3, 6	5 "	
11 "	"	26	5 "	
12 "	"	1, 3, 6	14 "	

アオハタ *Epinsphelus awoara*

34年10月26日、定点1.9 体長: 51, 55mm各1尾。

ダルマガレイ *Engyprosopon gbandisquama*.

34年9月29日、定点28 体長: 54mm 1尾

採 捕 魚 種 名

() は主採捕定点番号

Mustelus

Mustelus manazo ホシザメ (8. 16.)

Rajidae

Raja kenoei ガンギエイ (1. 5. 19)

Raja porosa トバカスベ (1)

*Raja porosa meedervoorti** (25. 27)

Raja fusca クロカスベ (1)

Argentinidae

Argentina semifasciata ニギス (4. 15. 27. 29)

Synodontidae

Saurus undosquamis マエソ (1. 3. 69)

Zeidae

Zeus japonicus マトウダイ (3. 4. 7. 10. 26)

Trichiuridae

Trichiurus lepturus タチウオ (1. 3)

Syngnathidae

*Trachyrhamphus punctatus** ホシヨウジ (20)

Hippocampus coronatus タツノオトシゴ (1. 3)

Monocentridae

Monocentris japonicus マツカサウオ (26)

Carangidae

Trachurus japonicus マアジ (1. 3. 6. 9)

Leiognathidae

Leiognathus rivulatus オキヒイラギ (6. 9. 13. 20. 25)

- Mullidae
Upeneus bensasi ヒメジ (1. 3. 6. 9. 13. 25. 28)
- Cepolidae
Cepola schlegeli スミツキアカタチ (29)
Acanthocephala krusensterni アカタチ (4. 14)
- Branchiostegidae
Branchiostegus japonicus アカアマダイ (3. 6. 7)
- Apogonidae
Apogon lineatus テンジグダイ (1. 3. 6. 9. 20. 28)
*Apogon kiensis*** テツボウイシモチ (1. 3. 6. 25. 26)
Apogon semilineatus ネンブツダイ (3. 6)
- Serranidae
Döderleinia berycoides アカムツ (7. 10. 11. 24)
Stereolepis ischinagi イシナギ (28)
*Epinephelus awoara*** アオハタ (1. 9)
Epinephelus septemfasciatus マハタ (3. 6)
- Sciaenidae
Argyrosomus argentatus イシモチ (1. 3. 13)
- Sillaginidae
Sillago sihama キス (1. 25. 28)
- Sparidae
Chrysophrys major マダイ (1. 3. 6. 9. 13. 24. 26)
- Pentapodidae
Taius tumifrons キダイ (16. 23)
- Parapercidae
Neopercis sexfasciata クラカケギス (6. 26)
- Uranoscopidae
Uranoscopus japonicus ミシマオコゼ (1. 3. 4. 5. 6. 15. 17. 18)
Gnathagnus elongatus アオシマ (4. 7. 11)
- Callionymidae
Callionymus lunatus ネズツボ (ヌメリゴチ) (1. 3. 6. 7. 9. 13. 26. 28)
- Pholidae
Enedrias nebulosus ギンボ (1. 8. 27)
- Stichaeidae
*Leptoclinus triocellatus** ミツボシギンボ (5. 23. 26)
- Zoarcidae
Davidjordania poecilimon サラサガジ (8. 11. 12. 19. 22. 24)
- Brotulidae
Neobythites siviculus シオイタチウオ (2. 4. 5. 7. 8. 10. 14. 15. 17)
- Gobiidae
*Zonogobius boreus** ミサキスジハゼ (13)
Rhinogobius pflaumi スジハゼ (1. 3. 6. 9. 17)
Rhinogobius gymnauchen ヒメハゼ (1. 3. 9)
Cryptocentrus filifer イトヒキハゼ (1. 3. 6. 9)
*Suruga fundicola** ヤミハゼ (5)
Pterogobius zacalles リウウグウハゼ (1)
*Chaeturichthys sciistius*** コモチジャコ (1. 3. 5. 6. 7. 8. 11. 15. 17. 24. 27)
Chaeturichthys hexanema アカハゼ (1. 3. 6. 9. 13. 17)
*Sagamia genionema*** サビハゼ (13. 20. 25)
*Ctenotrypauchen microcephalus*** アカウオ (1. 3. 4. 6)
- Aluteridae
Stephanolepis cirrhiifer カワハギ (3. 25. 28)
Navodon modestus ウマズラハギ (28)

Tetraodontidae

- Fugu rubripes* トラフグ (3. 10. 17)
Fugu vermicularis porphyreus マフグ (2. 9)

Scorpaenidae

- Sebastes inermis* メノバル (24)
Sebastes thompsoni ウスメノバル (7. 18)
Scorpaena izensis イズカサゴ (19. 22)
Apistus carinatus ハチ (25)

Congiopodidae

- Hypodytes rubripinnis* ハオコゼ (1. 3. 6. 9. 20. 25)
Erisphex potti アブオコゼ (20)

Hexagrammidae

- Hexagrammos otakii* アイナメ (27)

Platycephalidae

- Onigocia macrolepis* アネサゴチ (4. 6)
Cociella crocodila イネゴチ (1. 3. 6. 9. 13. 26. 28)

Cottidae

- Ricuzenius pinetorum* マツカジカ (19. 22. 24. 26. 27)
Cottiusculus schmidtii キンカジカ (5. 19. 20. 24. 27. 23)
*Astrocottus leprosus** ホホウロコカジカ (26)
Atopocottus tribranchius カワリアナハゼ (2. 5. 8. 12. 16. 19. 27)
Pseudoblennius cottoides アサヒアナハゼ (19. 22)

Agonidae

- Occa iburia* サブロウ (5. 8. 12)

Triglidae

- Chelidonichthys kumu* ホウボウ (13. 25)
Lepidotrigla kishinouyei オニカナガシラ (1. 3. 4. 6. 9. 13. 20. 25)

Liparidae

- Liparis tessellatus* ビクニン (9. 13)

Bothidae

- Paralichthys olivaceus* ヒラメ (3. 13. 20. 25. 28)
Pseudorhombus cinnamomeus ガンゾウビラメ (1. 3. 6. 9. 13. 25. 28)
*Tarphops oligolepis** アラメガレイ (25)
*Engyprosopon grandisquama*** ダルマガレイ (28)
*Laeops lanceolata** ヤリガレイ (1. 3. 6. 9)

Pleuronectidae

- Eopsetta grigorjewi* ムシガレイ (2. 4. 8. 24. 26. 27)
Pleuronichthys cornutus メイタガレイ (3. 6. 20. 24. 26. 27)
Limanda herzensteini マガレイ (3. 6. 8. 12. 24. 19. 20. 27)
Limanda yokohamae マコガレイ (19. 20. 27)
Tanakius kitaharai ヤナギムシガレイ (2. 5. 11. 15. 18. 19. 24. 27)
*Samariscus japonicus** ツキノワガレイ (3. 9)

Soleidae

- Aseraggodes kobensis* トビササウシノシタ (1. 3. 6. 9. 20)
Heteromycteris japonicus ササウシノシタ (25. 28)
Zebrias zebra シマウシノシタ (25)

Cynoglossidae

- Cynoglossus robustus** イスノシタ (1. 3. 6. 9. 13. 20. 28)
Areliscus joyneri アカシタビラメ (3. 6. 9)

Moridae

- Laemonema nana** ヒメダラ (6. 20)

Bregmacerotidae

- Bregmaceros japonicus* サイウオ (1. 3. 6. 7. 10. 17)

Lophiidae

Lophius litulon

キアンコウ

(2. 5. 8. 16. 19. 26. 28)

* 日本海ではじめて採集されたもの。

** 新潟県沖ではじめて採集されたもの。

V. 要 約

1958～59年6～12月、新潟—山形県の沿岸底曳禁止区域を中心として、小型目台の底曳網を用い、魚類を採捕したが、魚類相およびその分布について次のような結果を得た。

1. 150m以浅の陸棚で89種がとられたが、これらはすべて暖海性種属であつた。その中には11種の日本海未記録種が発見された。
2. 60m以浅の底曳禁止区域に主棲息場をもつ魚類は総出現種の70%に及んでいた。
3. 出現種数の水平分布をみると、新潟県沿岸域は、山形県沿岸域に比べて出現種が多くみられた。

文 献

本間 義 治 (1952). 新潟県魚類目録. 魚類学雑誌, 2(3), 2(46).

——— (1959). 新潟県魚類目録補訂(VI). 魚類学雑誌, 7(54).

加藤 源 治 (1956). 日本海産魚類目録. 日水研研究年報4号別刷(補訂).

KAMOHARA, T. (1936). On two new species of fishes found in Japan. *Zool. Mag.*, 48(12): 1006～1008.

KATAYAMA, A. (1942). A new cottoid fish from the Inland sea of Japan. *Zool. Mag.*, 54(8): 334～336.

松原喜代松 (1955). 魚類の形態と検索Ⅰ. Ⅱ. 石崎書店.

長 田 長 礼 (1949). 矮小種アラメガレイの個体変異其他について. 動雑 58(11): 213～214.

大 内 明 (1960). 北部日本海底曳禁漁区の動物分布に関する研究. 底棲動物Ⅱ. 日水研研究年報(6).

杉原千代太 (1944). 山形県産魚類調査報告第1報. 種属方言篇(プリント).

渡 部 正 雄 (1958). 日本産カジカ科魚類の研究. 角川書店.

日水研年報, (6): 191-201, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6): 191-201, 1960.

日本海におけるスケトウダラの漁獲高と 年令組成の関係について

尾 形 哲 男

On the Relation between Catch and Age-Composition of Alaska Pollack in the Japan Sea Region

BY

TETSUO OGATA

Abstract

The catch of Alaska pollack in the Japan Sea Region has been decreasing in recent years, especially since 1955. The writer investigated on the relation between catch fluctuation and age composition of the materials caught in the Japan Sea from 1952 to 1959, and had a few considerations on the cause of decreasing catch.

The following results have been ascertained:

1. Fishing efforts of Alaska pollack long line have violently lowered year by year, and they have influenced seriously on the decreasing of the total catch. This fact would be caused by the drop of catch per effort, possibly. In other words, it can be considered that the available stock in the existing fishing grounds is decreasing.

2. In most cases, the dominancy of the strong year class is not shown, except a part of Niigata, Akita and Aomori Prefectures.

3. In all stations, adult fishes above 4 age were caught in every year, even when young fishes under 3 age did not appear in the preceding year. In fact, it was assumed that the most of adult groups migrate from the unknown offshore areas to the existing fishing grounds of coast in early spring, and disperse in middle summer. Then these groups were exploited as a seasonally available stock to the fisheries.

4. The increase or decrease of the catch of Alaska pollack in the Japan Sea may be considered to be caused neither by strong year class groups nor by over fishing, but by the fluctuational environment of bottom cold water affected by the Tsushima Current.

I. は し が き

1950年に以東底曳網漁業に対する底魚資源調査委員会が設けられ、中型底曳網漁業における適正漁獲量を推定し、漁業の安定を計ることを目的として、全国的な組織をもって底魚資源調査が始められた。

このため、日本海関係では、深度別漁業試験、漁獲量及び努力量、市場における魚体測定等、調査項目が

たてられた。翌1951年には資源研究の方法が詳細に検討され、漁獲統計の充実と重要魚種の体長組成、年令組成の調査研究に主力をそそぐという結論が出され、これが、その後の資源調査の主軸となつてきた。ここでは、近年漁獲高が急激に減少しつつある日本海におけるスケトウダラについて1952年から1959年までの調査結果から、漁獲高の変動と年令組成の年変化との関係について報告する。

なお、本調査に助言と協力を賜つた日本海区水産研究所大内明技官、助言と校閲を賜つた資源部長加藤源治技官並びに山中一郎技官、調査に協力を賜つた委託県調査担当官及び資料の整理と図版の清書に援助を願つた結城とみ子氏に深謝の意を表する。

Ⅱ．スケトウダラに対する漁業種類

日本海においてスケトウダラの漁獲高が多いのは、新潟、富山、石川、福井及び兵庫の5県であつて、その他の府県は非常に少ない。

スケトウダラが漁獲される漁業種類は地域によつてかなり異なつている。第1表は、上記主要5県のスケトウダラに対する漁業種類別漁獲高比率を示している。

第 1 表 日本海主要県における漁業種別スケトウダラ漁獲高比(%)

県	年 漁業種類	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	平 均
新潟	中 型 底 曳	4.8	6.3	8.5	12.1	14.1	15.3	21.4	18.6	10.0
	スケトウ延縄	95.3	91.5	87.7	85.8	83.4	81.2	74.6	74.9	87.0
富山	中 型 底 曳	1.7	3.6	2.8	5.2	3.0	3.6	13.5	6.7	5.0
	スケトウ延縄	98.3	91.8	90.5	89.5	91.6	91.7	80.4	82.8	92.5
石川	中 型 底 曳	25.8	66.7	64.2	35.6	36.6	47.4	43.3	51.3	46.9
	スケトウ延縄	68.2	20.6	33.2	63.3	60.7	49.4	50.3	37.3	47.9
福井	中 型 底 曳	?	12.7	5.5	5.9	10.6	11.7	9.4	47.8	9.0
	小 型 底 曳	?	28.8	26.2	16.4	29.9	36.3	28.8	50.9	25.7
	スケトウ延縄	?	58.5	68.3	77.7	59.5	52.0	61.8	1.3	65.3
兵庫	中 型 底 曳	?	98.7	99.7	99.4	98.8	99.9	99.3	100.0	99.3

新潟及び富山の両県は、スケトウダラを対象魚とする延縄漁業の比率が非常に大きく、最近この比率が少しずつ低下しているとはいえ、1952～1959年の8カ年間の平均では、新潟87.0%、富山92.5%になつている。その他には中型底曳網漁業があり、底刺網漁業は極めて少ない。

石川県では、中型底曳とスケトウダラ延縄の比重は年によつて異なるが、平均すると大体1対1になり、その他の漁業は問題にならない。

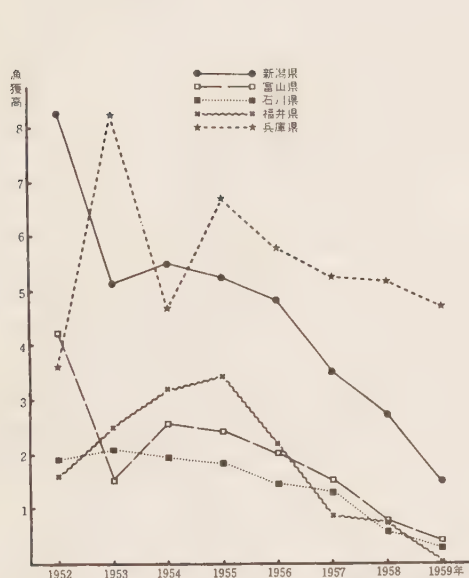
福井県では、1958年まではスケトウダラ延縄漁業が漁獲高の過半数を占めていたが、1959年は極端に減少している。その他の漁業としては、中型底曳よりも小型底曳の占める比率が大きい。

兵庫県では、延縄漁業は皆無で、ほとんどすべてが中型底曳網によつて漁獲されている。

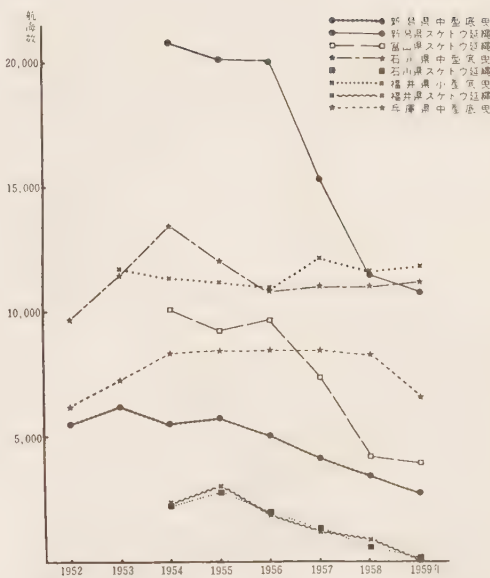
Ⅲ．漁獲高の年変動

日本海におけるスケトウダラは近年急激に減少してきた。これを主要5県についてみると(第1図)、1952年から1955年までは地域によつて変動の形は異つているが、1955年以降はいずれも減少傾向にあり、とくに、新潟、富山、石川及び福井県では顕著である。このような漁獲高の変化を、航海数と航海当漁獲高と

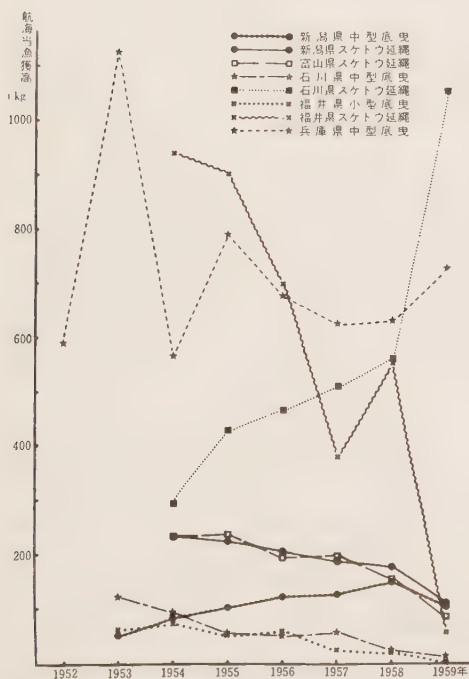
に分けて、漁業種類別に分析したのが第2～3図である。



第 1 図 県別スケウダラ漁獲高の年変化



第 2 図 県別漁業種類別航海数の年変化



第 3 図 県別漁業種類別航海当スケウダラの漁獲高年変化

スケウダラ延縄漁業では、航海数は4県ともに減少の一途を辿り、とくに1956年以降はいちぢるしく減っている。航海当漁獲高は石川県を除いては年々低下している。とくに福井県では顕著に現われている。石川県の場合、航海当漁獲高が増加しつつあるにもかかわらず航海数が減っているのは、マグロやタイ類等の漁況がよくなってきたことや、従来スケウダラの好漁場であつた宇出津沖合の漁況が悪化したため、マグロやブリの曳釣りやタイ類の底刺網に転業したものが多く、地理的に恵まれた一部の延縄業者が最近開発された禄剛崎沖合の嫁礁附近に出漁し、好漁をあげているためと思われる。

底曳網漁業の場合、スケウダラ漁獲高に対する比重の高いものとして、新潟、石川及び兵庫の3県は中型底曳、福井県は小型底曳の例をとつたが、航海数は新潟がやや少なくなりつつある以外はあまり大きな変化がみられない。底曳は、延縄と異なり、常時スケウダラを追うこともなく、ニギス、ズワイガニ、あるいはソウハチ、アカガレイ等のカレイ類を時期的に選択して操業する場合が多いので、延縄にみられるような航海数の急激な減少は現われていない。航海当漁獲高については、前述の理由から延縄の場合と同じように、数字にあらわれたものだけを比較することは、意

識的選択操業を行つている実態からみれば若干危険な点もあるが、石川、福井の両県は次第に減少している。新潟県だけが1958年まで漸増傾向を示している。兵庫県は、ほとんどが中型底曳のため総漁獲高は航海当漁獲高とよく合致した変動傾向を示している。

このように、底曳あるいは延縄を含めて全般的にみた場合、航海当漁獲高や航海数の減少低下した例が多く、各地域のスケトウダラ漁獲高が減つてきた結果となつて現われている。

以上のことから、既知漁場内においては、利用しうる資源量が減つてきているものと推察することができる。

Ⅳ．地域別年令組成の変化

ある魚種の豊凶を裏付け、さらにその漁況予報を可能ならしめるため、資源量の動態を調査することはもつとも重要な課題である。その方法として、従来、年令組成を求め研究することが採用され、これが資源調査の根幹をなして現在に至つた。しかし、魚種によつては必ずしもこの方法のみで解決し得るものでないことが明らかになり、海況との関連や生物自身のもつ生態的特性の究明に力が注がれてきた。しかし、年令組成を知ることが無意味であるというのではなく、長期間の資料の蓄積と、環境や生態の研究とを合わせ検討することによつて有力な資源調査ができるもので、スケトウダラについては今なお年令組成調査が続けられている。

延縄では幼魚が漁獲されにくいので、年令組成を求めるには中型底曳網による標本を用いた。

第2表(1～6)は1952年から1959年までの日本海区各地域の主要な中型底曳根拠地(青森：鯨ヶ沢港、秋田：船川港、新潟：新潟港、福井：敦賀港、兵庫：香住港、鳥取：米子港)におけるスケトウダラの年令別漁獲尾数を示し、第4図(1～6)はその年令組成を尾数百分率で示している。これらの資料は以東底魚

第2表 日本海における地域別スケトウダラの年令別尾数年変化(中型底曳)

2-1 鯨ヶ沢港		2-2 船川港						2-3 新潟港			
年 年令	1954	年 年令	1955	1956	1957	1958	1959	年 年令	1952	1953	1954
1	-	1	-	-	-	-	-	1	?	60,000	-
2	231	2	13,646	41,968	124,607	301,572	1,295	2	?	1,310,900	829
3	2,884	3	2,018	5,133	4,739	93,568	11,789	3	1,442	259,050	240,040
4	1,630	4	24,633	33,851	10,125	13,340	20,386	4	44,431	147,023	130,427
5	1,740	5	11,876	11,721	9,221	32,579	20,473	5	46,182	195,933	103,244
6	942	6	1,971	2,378	701	4,794	15,293	6	8,049	33,249	24,651
7	-	7	-	253	-	423	1,910	7	982	5,082	1,447
8	-	8	-	-	-	114	73	8	-	-	-
9	-	9	-	-	-	-	-	9	-	-	-

2-4 敦賀港

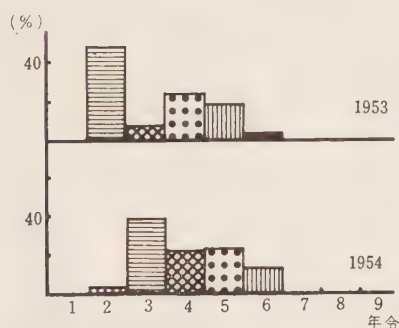
1955	1956	1957	1958	1959	年 年令	1956	1957	1958	1959
-	1,711	-	-	-	1	-	-	1,335	-
-	6,842	-	3,322	-	2	-	557	1,505	23,217
79,931	10,428	3,189	20,287	12,815	3	9	278	578	735
692,366	279,965	165,978	99,430	56,690	4	2,044	3,036	2,045	561
180,448	117,763	292,363	179,146	152,295	5	53,933	20,509	8,561	6,200
41,394	31,271	55,945	52,007	129,893	6	19,776	7,804	4,800	5,912
5,062	7,614	3,856	4,814	28,608	7	2,600	1,644	564	1,923
4,686	2,790	-	152	2,828	8	726	109	120	249
-	-	-	152	-	9	3	-	-	18

2-5 香 住 港

年 令	1955	1956	1957	1958	1959
1	—	—	12,668	3,139,219	—
2	41	—	6,621,059	7,178,710	23,139,105
3	23,921	—	36,371	190,143	53,940
4	1,614,843	991,518	1,327,318	490,231	246,119
5	3,611,643	2,682,694	1,003,333	568,819	628,830
6	1,073,695	805,918	134,320	229,688	411,783
7	47,699	66,245	17,366	43,677	53,060
8	747	4,389	1,684	2,752	11,297
9	3,999	—	52	—	4,108

2-6 米子港

年 令	1954
1	—
2	—
3	—
4	122,911
5	273,466
6	41,906
7	60,443
8	—
9	—



第4図-1 鰯カ沢港におけるスケトウダラの年度別年令組成 (中型底曳)

資源調査委託県によつて採集されたもので、年令査定は筆者が行つた。統計調査部の漁獲高集計方法は1~12月の暦年単位であるが、底曳網漁業は禁漁期が西区は6~8月、北区は7~8月であるため、年令別尾数の算定に当つては、その年の9月から翌年の漁期終了までを同一年度の記録とした。調査日は1カ月に3~6日間とし、その日の全入港船について魚体の銘柄別漁獲高を調べ、さらに1~2隻から各銘柄別 (それぞれ1回30尾以上) に標本を採集し、これらについて鱗相を検鏡して年令査定を行つた。年間の年令別尾数は次の方法で算定した。

1カ月間の入港船総数：A

その月の漁獲高調査船数：B

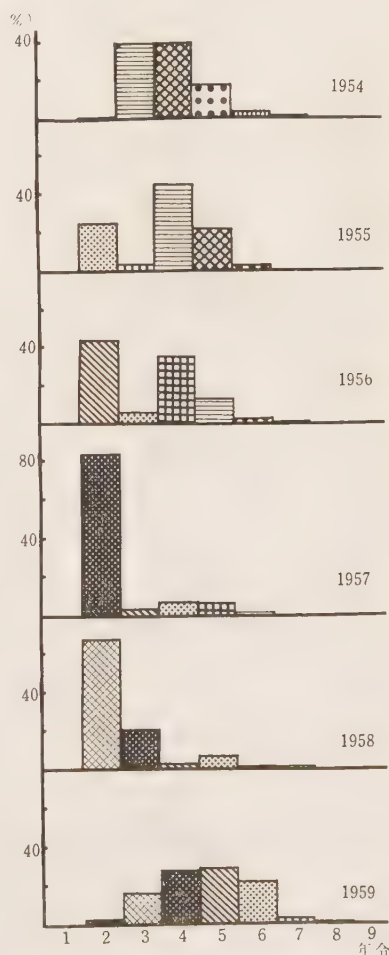
その月の調査日の全入港船の銘柄別漁獲高

銘柄大：C、中：C'、小：C''

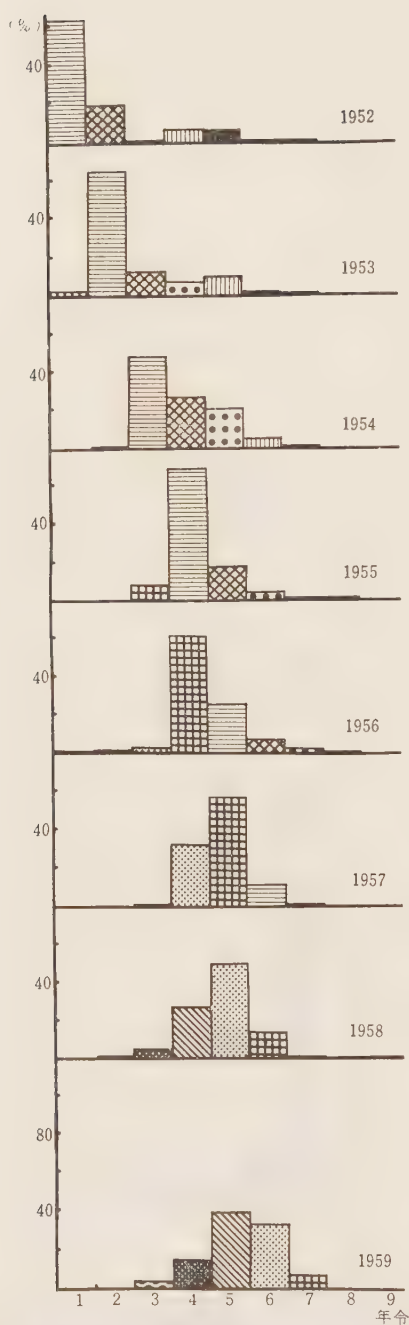
その月の年令査定用標本の銘柄別総重量

銘柄大：D、中：D'、小：D''

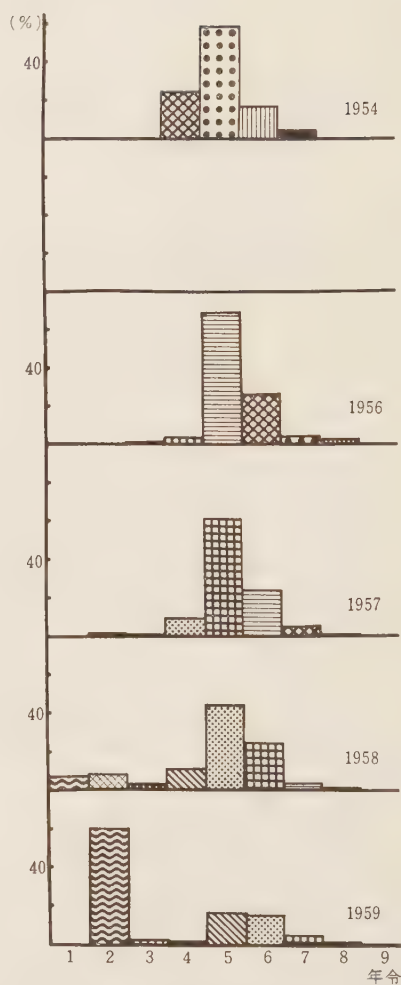
年令査定によつてその月に採集された銘柄別年令別尾数を求め、それぞれの年令別尾数に銘柄別換算率 (大： $\frac{A \cdot C}{B \cdot D}$ 、中：\frac{A \cdot C'}{B \cdot D'}、小： $\frac{A \cdot C''}{B \cdot D''}$) を乗じたのち、同一年令のものを合計したのがその月の年令別総尾数となる。これを全漁期間通算



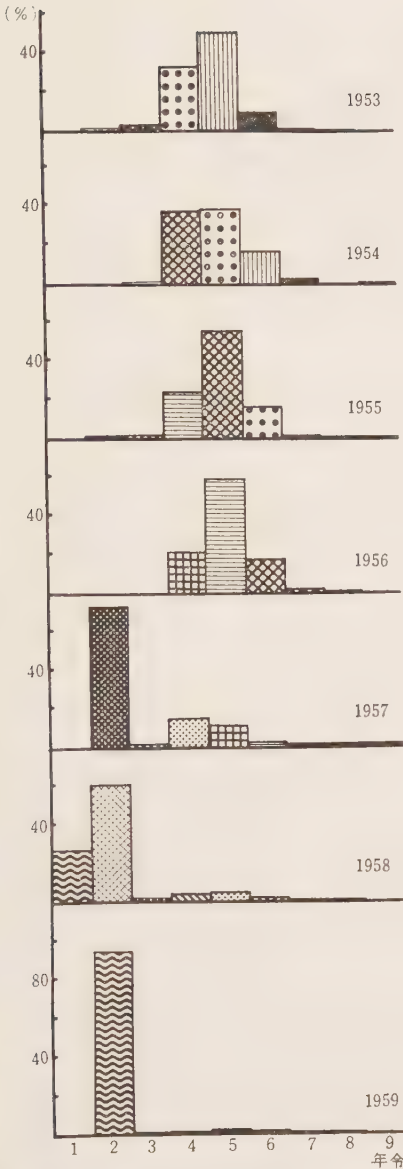
第4図-2 船川港におけるスケトウダラの年度別年令組成 (中型底曳)



第4図-3 新潟港におけるスケトウダラの年度別年齢組成（中型底曳）



第4図-4 敦賀港におけるスケトウダラの年度別年齢組成（中型底曳）



第4図—5 香住港におけるスケトウダラの
年度別年令組成（中型底曳）

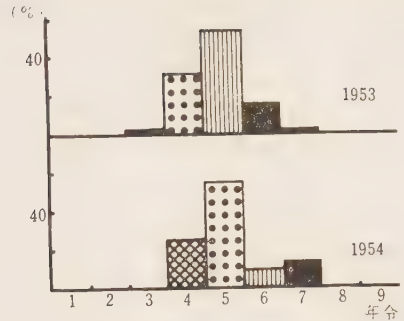
新潟、敦賀及び香住の各地域における年令別出現状況を検討してみると、

1951年級群は、新潟では、2、3、4才ともに多く出現していた。

1952年級群は、新潟では1、2才ともに多かつたが、その翌年3才としてやや減少し、さらに翌年の4才として再び増加している。

1953年級群は、新潟では1才でやや多く、2才になつて少なく、3才になつて若干増加し、さらに翌年の4才として非常に多くなつている。船川では、2、3才ともに少なかつたが、4才になつて急激に増加した。香住では、1、2、3才ともに少なかつたが、4才魚になつて急増した。

1954年級群は、船川では、1才が少なく、2才が多く、3才はやや減少し、4、5才と次第に増加している。新潟では、1、2才ともに皆無であつたが、3才魚は若干みられ、4才になつて大量に出現している。



第4図—6 米子港におけるスケトウダラの年度別
年令組成（中型底曳）

したもの、その年度の年令別漁獲尾数である。

第4図（1～6）に示した各地域の年度別年令組成をみると、

1才魚は、多くの場合ほとんど漁獲されず、わずかに、新潟の1952年、香住の1958年で大量に漁獲され、新潟の1953年と1956年、敦賀の1958年及び香住の1957年にわずかにみられたにすぎない。

2才魚の出現状態は、地域や年によつてさらに複雑になつてゐる。大量に出現した地域を年度別にみると、1952年の新潟、1953年の鰺ヶ沢、新潟、1955年及び1956年の船川、1957年及び1958年の船川、香住、1959年の敦賀、香住であつて、その他は非常に少ない場合が多く、新潟の1955、1957、1959の各年、敦賀の1954、1956年、香住の1954、1956年、米子の1953、1954年では全然現われていない。

3才魚では、1953年の新潟、1954年の鰺ヶ沢、船川及び新潟、1958年の秋田を除いては、その出現割合は全般的に低く、船川や香住の一部では、前年2才魚として大量に出現したにもかかわらず、3才魚が少なくなつてゐる。

4才魚以上は、各地域とも毎年漁獲の主要対象をなしてゐて大量に現われてゐる。船川や香住の年令組成のなかに、4才以上の占める比率が低くでゐる例がいくつかみられるが、これは幼魚が大量に出現したためである。

次に、第2表（1～6）から、発生年級群別に、船川、

敦賀では、3才はほとんどなかったが、4、5才は非常に多くなっている。香住では、1、2、3才ともに皆無の状態であったが、4才魚として急に大量に漁獲されている。

1955年級群は、船川では、1才は皆無であったが2才は非常に多く、3才になって減少し、4、5才で次第に増加している。新潟では、1才は船川同様に全然みられず、2、3才では若干あらわれ、4才魚になって急に増加している。敦賀では、2、3才ともに少なく、4才魚は急増している。香住も敦賀と同じような傾向をみせている。

1956年級群は、船川では、1才はなかったが、2才魚になって非常に多く現われ、3才以降次第に減少している。新潟では、1才がわずかにみられたが、2才はなく、3才から次第に増加している。敦賀では、1才は皆無で2、3、4才ともに少なかった。香住では、敦賀同様に1才はなかったが、2才魚は非常に多く、3才魚になって急に減少し、4才になって若干増加している。

以上述べてきたことを集約すると、

- 1) 年令組成は、同一年でも地域によって大きな差異がみられ、同一地域でも年変化は激しい。
- 2) 経年変化のなかに、卓越した発生年級群の存在する例もいくつかみられるが、多くの場合には、この傾向が失われている。
- 3) 1才魚、2才魚及び3才魚の出現状態は各年、各地域に不規則にあらわれ、その様相は複雑である。
- 4) 各年級群は、多くの場合、3才以下の若令群の出現がよくてもわるくても、4才魚になると急に大量にあらわれて漁獲の主な対象になっている。

V. 論 議

3才以下の若令魚が大量に漁獲されたり、ほとんどみられなかつたりする現象については次のように考えられる。

富山湾以北では、毎年、産卵期の1～3月に漁獲される成魚（4才以上）はすべて成熟した生殖巣をもっているから（尾形、1956）、これらから発生した幼魚は当然現われてこなければならぬ。しかし、スケトウダラの卵は浮游性であつて、6～7月頃に底層に移行するまでは漂流生活を行うから、海流にのつて相当移動することが予想される。したがつて、産卵量の多い富山、新潟両県沖で生まれた卵は、秋田から青森方面沖合に流される可能性が強くなる。1952年の場合は、流れよらずに新潟県沿岸にとどまり、発生成長したものも多かつたのであろうと考えられる。秋田県沖合では、産卵量が非常に少ないにもかかわらず幼魚が多く漁獲されるのは、以上の原因に基づくためであろう。

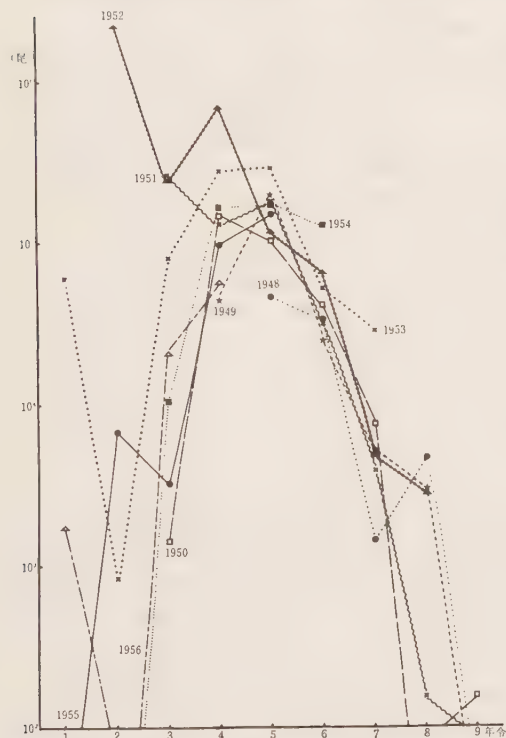
能登半島から西の山陰沖を中心とする海域では、産卵期の漁獲高は非常に少なく、また、漁獲された親魚の生殖巣をみると、成熟状態を示す個体は全体の $\frac{1}{3}$ またはそれ以下で、未熟状態の親魚はどこで産卵を行っているのかまったくわかつていない（尾形、1958）。このような状態から、幼魚の出現が少ない場合は一応うなずけるが、最近2才魚が大量に現われはじめたことは、日本海沿岸で発生したもののほかに、朝鮮沿岸に由来する若令群の大量に移動してきたものと考えざるをえない。

中型底曳網漁業は、スケトウダラ延縄漁業とは異なり、時期的に特定の魚種を中心に輪探操業を行う傾向が強いが、年間を通じてみると、通常、水深100～400mの層を中心にして広く操業しており、巨視的には、漁場の年変動は少ないと考えられる。また、日本海側の中型底曳網の構造は、魚捕部の目合7～9分のものが多く、この程度の網ならば、1才魚（体長10cm前後）でもある程度群棲しておれば必ず漁獲される筈であり、2才魚や3才魚は魚体が大きくなるから、なおさら網目から抜けることは考えられない。したがつてもし沿岸で産卵され、発生し、成長したものだけが漁獲の対象のすべてであるとするならば、4才以上の成魚が毎年漁獲されていることからみて、3才以下の幼魚はさらに多くの尾数が現われてこなければならぬ。

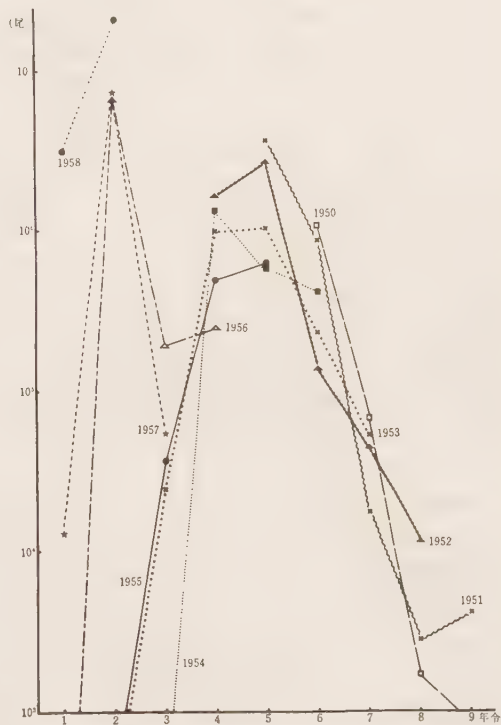
もちろん、1才、2才、3才等の若令魚は、成魚とはある程度それぞれ棲み分けをしていると思われる。しかし、底曳網では、成魚と幼魚が混獲される例も多くみられるし、現在のように広い操業範囲をもち、いろいろの水深帯を反復して曳網しているかぎり、若令魚が棲息しているとするならば漁獲されなければなら

ない。小型底曳網では、成魚はもちろん、幼魚でもその漁獲量は非常に少ないし、他の漁法で幼魚をとっている例はほとんどない。このような点から、若令魚の出現が少ない場合には、漁場内に棲息している量も少ないものと判断される。

前述のように、各地域の底曳漁獲物の年令別出現尾数は、いろいろの組成変化を示してきたが、吉原（1953）が北海道春ニシンで示したような高年令になるほど等比級数的に尾数が減少する法則は、第5図（1～2）にみられるように、新潟でも香住でも大体5才以上のみあてはまるようである。



第5図—1 新潟港におけるスケトウダラの各発生年級群の年令による漁獲尾数変化（中型底曳）



第5図—2 香住港におけるスケトウダラの各発生年級群の年令による漁獲尾数変化（中型底曳）

新潟県の中型底曳漁業では、解禁の9月から翌年の3～4月頃まで操業が続いているが、月別漁獲高の変動はあまり大きくない。しかし、石川、福井及び兵庫県の底曳や、新潟、富山、石川及び福井県のスケトウダラ延縄漁業では、いずれも3月から5月にかけての春季に盛漁期があつて、その他の月には、全然漁獲がないか、またはきわめてわずかし漁獲されていない。

新潟県における中型底曳漁業の航海当漁獲高が漸増傾向にあるのは、1951、1952年に沿岸で発生した年級群の卓越によるためかもしれないし、航海数の減少が影響しているのかもしれない。しかし、底曳と延縄とを合わせて考えた場合、どの地域も、北海道の春ニシンにみられるような漁獲高の変動と発生年級群の大小との関係（相川、1949、吉原、1953）をみいだすことはできない。

以上のことから、沿岸海域で産卵され、発生した幼魚が、近海で成長し、そのみが漁獲の対象になる資源のすべてであるとは考えられない。4才以上の生殖能力をもつようになった成魚が、既存漁場外の沖合海域から中層または底層の冷水域を通じて、3月頃から沿岸海域に來游して盛漁期を形成し、一部は沿岸に滞泳するとしても、大部分の魚群は5～6月に再び沖合に去っていくものと推察される。

スケトウダラ漁獲高の減少は、ひとり日本海沿岸にとどまらず、北海道太平洋側・日高、室蘭、渡島地方

や東北海区の宮城・岩手・青森の各県沖合でも同じような減少傾向にあり（東北水研八戸支所, 1957）、北海道日本海側の松山、後志地方もまた減少しつつあるが、留萌地方やオホツク海側では、逆に急激な増大を示している。過去に優秀な漁場であった松山、後志地区沖合が次第に不況になり、漁場は北部の留萌沖合に移動しつつある様子である。日高・鈴木（1950）や宇田（1958）等は対馬暖流勢力には長期変動のあることを示し、佐藤・田中（1949）は北海道春ニシンの地理的配分量と対馬暖流の強弱に関係があると述べている。また、伊東（1958）は能登西岸の定置網漁況変動から、南方系魚族と北方系魚族の豊凶は交互に長い周期で現われるらしく、これが海況とかなり強く結びつくものと述べている。現在ニシンやマダラ、アブラツノザメ、ホッケ等の寒流性魚族はスケトウダラとともに漁獲高の減少しつつあるものである。一方、マアジトビウオ、マグロその他南方系魚種が多く現われるようになったのも、対馬暖流という生活環境の変化と深い関係があるようである。スケトウダラの盛漁期にあたる3～5月は対馬暖流が次第に強まる時期に相当し、とくに、最近ではその勢力が年々強くなりつつあることは、当然、低層の冷水域に対しても変化を生じさせるから（下村・宮田, 1959）冷水域に棲息するスケトウダラの行動もまた暖流の動きに強く支配されるであろう。各地域の漁獲高の増減傾向もこの暖流勢力の強弱またはその流軸の変化が間接的に影響しているものと推察される。

日本海の中央部にあたる大和堆周辺では、春から夏にかけて、表層近くにスケトウダラの棲息していることが多くの調査機関によつて確かめられており（末広, 1942, 尾形, 1956ほか）、また、日本海の極前線の冷水域側でも表層刺網によつて漁獲されており（北水研ほか）、日水研で本年行つた極前線調査（未発表）でも5～6月に日本海やや大陸寄りの中層にスケトウダラの大群を発見したとのことである。このように日本海沖合の中央部には、少なくとも時期的にかなりスケトウダラが分布しているものと思われる。これらの魚群が、海況の変化に伴つて底層または中層冷水域を通じて日本沿岸に來遊し、また去つていくことは十分に考えられる。

産卵場や産卵生態（石田1953, 尾形1956ほか）、成長（石田1954, 尾形1956, 宇野1936, 山田1943, 1944, 北水研1952～1954, 東北水研1950）、脊椎骨数の変異（石田1953, 尾形1959ほか）、眼窩径の大きさ（日水研1957, 1958, 東北水研1956, 浜井1960, 未発表）、耳石の増大傾向（日水研1958, 石田1954, 浜井1960, 未発表）、洄游移動調査（尾形ほか1958, 1959, 北水試1933, 朝鮮水試1930, 1933, 北水研1952, 農林省水試1935～1939, 1942, 1943）等の報告を検討するとき、日本周辺のみならず日本海海域におけるスケトウダラについても、いくつかの **Population** に分離されそうである。しかし、海況の調査は、調査船の運航上から冬期間の性状がほとんど理解されておらず、また、沖合の組織的調査も非常に少なく、いくつかの **Population** があつたにしても、それらがどのような混合分離現象を示しているかを海況との関連の上で知ることとは非常に困難である。

最近の知見に乏しい沿海州や朝鮮沿岸群を含めて、日本海の **Population** を解析し、その生態を追求し海況の周年変化を調査するならば、漁況についてある程度予察的段階に入ることとも可能であろうし、漁業の安定にも大きく貢献することができるであろう。

以上述べたように、日本海におけるスケトウダラ漁獲高の増減は、少くとも沿岸水域における発生年級群の大小、あるいは漁業による乱獲という原因ではなく、春季、他の沖合海域から沿岸に來遊し漁獲対象となる添加資源量が減つてきているために起つた現象であると推察される。

Ⅶ. 要 約

1952年から1959年までの調査資料から、日本海区におけるスケトウダラ漁獲高の減少と各地域の年令組成の変化との関係について検討し、漁獲高の減少してきている理由について若干の考察を行つた。

1. 日本海のスケトウダラ漁獲高は、近年とくに1955年以降急激に減少してきた。なかでも、スケトウダラ延縄漁業は航海数の減少が激しく、これが漁獲高の減少に強く影響しているが、これは航海当漁獲高が減つてきたためと考えられる。このことは、さらに既知漁場内の利用資源量が減少したとみることができよう。

2. 卓越した発生年級群の優位性は新潟・秋田・青森の一部にその例をみることができるが、多くの場合にはこの傾向がみられない。
3. 3才以下の幼魚が漁獲されなくても、各地域では毎年4才以上の親魚が出現して、魚群の主体を占めている。このことは、親魚になったのち、沖合の海域から沿岸の底成漁場へ来遊離散し、産卵、産卵後、季節的添加資源になつていゝものと推察される。
4. スケトウダラ漁獲量の減少は沿岸における発生量や乱獲によるよりも、底層冷水域の減少、変動による原因があるものと推察される。

文 献

- 相川 広 秋 (1949). 水産資源学総論.
- 朝鮮水試 (1930). 昭和4年度事業報告.
- 朝鮮水試 (1933). 昭和7年度事業報告.
- 日高孝次・鈴木 皇 (1950). 対馬暖流の永年変化について, 海洋学会誌 Vol. 6, No. 1.
- 北 水 研 (1952~1954). 北海道区資源調査要報.
- 北 水 研 (1956). 北海道区資源調査要報 (13)
- 北 水 試 (1933). 北水試旬報 No. 224.
- 石田 昭 夫 (1953). スケトウダラの若令魚についての二, 三の観察, 日本水産学会誌, Vol. 19, No. 4
- 石田 昭 夫 (1954). 北海道周辺のスケトウダラの年令査定と耳石にあらわれた形質の海区による差異について, 北水研究報告 (11)
- 伊 東 祐 方 (1958). 能登西岸定置網の漁況変動についての一考察, 日水研研究年報 (4), 第1分冊.
- 宮 田 和 夫・下 村 敏 正 (1959). 春季における北部日本海の諸冷水域の変動について, 日水研研究報告 (7)
- 日 水 研 (1951~1958). 以東底魚資源調査概報, No. 1~10.
- 農林省水試. 海洋調査要報 No. 56~63 (1935~1939), No. 68 (1942), No. 71 (1943).
- 農林省統計調査部 (1953~1959). 海面漁業漁獲統計表.
- 農林省統計調査部 (1953~1959). 水産統計月報.
- 尾形 哲 男 (1954). スケトウダラ *Theragra chalcogramma* (PALLAS) の年令査定について, 日水研研究年報 (1)
- 尾形 哲 男 (1956). スケトウダラの漁業生物学的研究, 日水研研究報告 (4)
- 尾形 哲 男・大 内 明・佐 藤 信 夫 (1958). 日本海におけるスケトウダラ (アカガレイ等) 他底棲魚類を含む) の標識放流調査 I. 1956~1957年の調査結果, 日水研研究年報 (4) 第1分冊
- 尾形 哲 男・大 内 明 (1959). 日本海におけるスケトウダラの標識放流調査 II. 1958年の調査結果, 日水研研究年報 (5)
- 尾形 哲 男 (1959). 日本海におけるスケトウダラの Population 構造の解析 I. 脊椎骨数の変異について, 日水研研究年報 (5)
- 佐 藤 栄・田 中 江 (1949). 北海道春鯨資源についての一考察, 日本水産学会誌 Vol. 14, No. 3.
- 未 広 恭 雄 (1942). 蒼鷹丸による日本海の魚類調査報告, 水産試験場報告 No. 12.
- 東北水研 (1950). 底曳網漁業調査年報 (1949年度).
- 東北水研八戸支所 (1956). スケトウダラの2型について, 底魚情報 (9).
- 東北水研八戸支所 (1957). 漁獲量の變動について, 4. 東北海区のスケトウダラ 底魚情報 (15).
- 東北水研八戸支所 (1957). 北海道太平洋岸の底魚漁獲量の経年變動について, 底魚情報 (16).
- 宇 田 道 隆 (1952). 日本海の海況變動について (予報), 日水研創立三周年記念論文集.
- 宇 田 道 隆 (1958). 対馬暖流開発調査報告書, 第1輯.
- 宇 野 道 夫 (1936). スケトウダラの年令組成, 日本水産学会誌 Vol. 5, No. 3.
- 山 田 栄 次 (1943~1944). メンタイの生態調査, 水産研究誌 Vol. 38, No. 3, 5, Vol. 39, No. 2.
- 吉 原 友 吉 (1953). 北海道春鯨資源量の変化について I. 平均年令組成, 日本水産学会誌 Vol. 19, No. 7.

日水研年報, (6) : 203-216, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6) : 203-216, 1960.

硬骨魚におけるマウスナ細胞と游泳行動に関する研究

内 橋 潔・島村初太郎・本 田 厚 子

A Study on the Mauthner Cell in Teleosts in Relation to the Swimming Behavior

BY

KIYOSHI UCHIHASHI, HATSUTARO SHIMAMURA AND ATSUKO HONDA

Abstract

The state of development of the Mauthner cell in Medulla oblongata was observed for about 100 forms of Japanese teleosts (Table 1), and its relation to the swimming behavior was discussed. Our result may be summarised as follows:

1. The development of Mauthner's cell and the location in Medulla oblongata are different for each form of the fishes examined (Table 2, Plat 1-6).

2. The Mauthner cell was observed to be well developed, in fishes seeking bait by means of tastic, odour and acoustic sense at night (Table 2).

3. In the fishes not well adapted for swimming or of very sluggish behavior, the Mauthner cell was not discovered (Table 2).

4. In the fishes of an anguilliform body and swimming by undulating the body in curves of large amplitude, the Mauthner cell was remarkably developed. Still more, both in front and in the rear of this cell, there were one or two pairs of large nerve-cells which resemble to Mauthner's cell (Table 2, Plate 1; 2-3).

I. 緒 言

マウスナ細胞は魚類とくに硬骨魚の延髄中央部にある。すなわち、第7神経および第8神経の入る部位より内側で、内側縦束の外側部に存在する巨大な2個の単網状神経細胞である(第1図1)。これらは両棲類とくに有尾類の一部と両棲類の発生初期においても一般的にみられるが、1859年、L. MAUTHNER が魚の延髄中にはじめて発見命名したものである。その後本細胞の形態と機能について、BECCARI (1907), MARUI (1918), BARTELMEZ (1915, 1920), TIEGE (1931), BARTELMEZ, HOERR (1933), RETZLAFF (1954) の業績があり、また KAPPERS (1936) は脊椎動物の延髄の比較解剖学の研究の中に、これらの文献を引用し、HEALEY (1957) は魚類の生態研究の中にGRAHAM 及び O'LEARY (1941) のマウスナ細胞の電気生理学的研究の結果を引用している。これらによると魚類のマウスナ細胞の発達は魚類の游泳行動と関係があり、聴神経、側線神経、三叉神経等の感覚器官からの刺激を脊髄に向って長く伸びたこの細胞の軸索突起を通じて、尾部や鰭部の筋肉へ伝達し、この刺激により筋肉からの刺激を抑制し、またこれらの逆の

作用すなわち筋肉や鰭からの刺激を感覚中枢へ伝達し、またこの刺激によつて、受容器からの刺激を制御する機能をもっているといわれている。

今回筆者等は日本産硬骨魚約 100 種の脳髓の連続切片標本により本細胞の形態を観察し、そして魚類の行動との関係を比較検討してみた。

I. 材料および方法

材料として用いた魚類は次表の通りで（第 1 表*），いずれも成体で，その新鮮なものを常法によつて解剖のうえ脳髓を摘出し，それを 10% のホルマリン液に固定し，セロイジンまたはパラフィンで包埋し，10~25 μ の連続切片を作製した。染色はパールカルミン法**，ヘマトキシリンエオジン法*** 及びクレバー法****を使用した。

Table 1

Species	Japanese name	Staining method [†]	Sectionn- ing thick (μ)
Konosirus punctatus	Konoshiro	P.-W.	20
Etrumeus micropus	Urumeiwashi	"	"
Clupea pallasii	Nishin	P.-W. & K.	"
Sardinops melanosticta	Maiwashi	"	"
Harengula zunasi	Sappa	P.-W.	"
Engraulis japonica	Katakuchiiwashi	P.-W. & K.	"
Oncorhynchus nerka var. nerka	Benizake	P.-W.	"
Oncorhynchus tshawytscha	Masunosuke	"	"
Oncorhynchus gorbuscha	Karafutomasu	P.-W. & K.	25, 10
Oncorhynchus keta	Sake	P.-W.	"
Oncorhynchus masou var. ishikawae	Yamame	"	"
Oncorhynchus kisutch	Ginzake	"	"
Salmo gairdnerii irideus	Nijimasu	"	"
Salvelinus pluvius	Iwana	"	"
Salvelinus malma	Oshorokoma	"	"
Salvelinus fontinalis fontinalis	Kawamasu	"	"
Plecoglossus altivelis	Ayu	P.-W. & H.-E.	20, 10
Hypomesus olidus	Wakasagi	P.-W. & K.	"
Argentina semifasciata	Nigisu	P.-W.	20
Maurollicus japonicus	Kyurieso	P.-W. & H.-E.	20, 10
Saurus undosquamis	Maeso	P.-W.	20
Acheilognathus lanceolata	Yaritanago	P.-W. & H.-E.	20, 10
Pseudogobio esocinus	Kamatsuka	"	"
Tribolodon hakonensis hakonensis	Ugui	P.-W. K. & H.-E.	"
Karassius auratus	Funa	"	"
Cyprinus carpio	Koi	"	"
Misgurnus anguillicaudatus	Dojyo	"	"
Parasilurus asotus	Namazu	"	"
Pelteobagrus undiceps	Gigi	P.-W. & H.-E.	"

* 分類法は松原 (1955) 魚類検索表による。

† 染色法：ホルマリン固定後ミューラー液浸漬，ワイゲルト・ヘマトキシリンで髄鞘神経を染色，染色後アンモニヤカルミンで細胞を染色する。

*** マイヤー・ヘマトキシリンと小原エオジンの二重染色の常法。

**** ホルマリン固定後，ラキソルフアーストブルー M.B.S. で髄鞘神経を染色後クレジール・エヒト・ヴァイオレットで二重染色する。

Species	Japanese name	Staining method†	Sectionn- ing thick (μ)
<i>Anguilla japonica</i>	Unagi	P.-W., K. & H.-E.	20, 10
<i>Astroconger myriaster</i>	Maanago	P.-W.	20
<i>Muraenesox cinereus</i>	Hamo	P.-W. & K.	20, 10
<i>Mystriophis porphyreus</i>	Murasakiumihebi	P.-W.	20
<i>Cololabis saira</i>	Sanma	"	"
<i>Hemiramphus sajori</i>	Sayori	"	"
<i>Prognichthys agoo</i>	Tobiuo	"	"
<i>Zeus japonicus</i>	Matodai	"	"
<i>Mugil cephalus</i>	Bora	"	"
<i>Sphyaena pinguis</i>	Akakamasu	"	"
<i>Channa argus</i>	Kamuruchii	P.-W. & K.	20, 10
<i>Betta splendens</i>	Togyo	P.-W.	20
<i>Thunnus thynnus</i>	Kuromaguro	"	25
<i>Katsuwonus pelamis</i>	Katsuo	"	"
<i>Euthynnus affinis yaito</i>	Suma	"	20
<i>Scomber japonicus</i>	Masaba	P.-W. & K.	20, 10
<i>Scomberomourus niphonius</i>	Sawara	P.-W.	20
<i>Trichirurus lepturus</i>	Tachiuo	"	"
<i>Coryphaena hippurus</i>	Shiira	"	"
<i>Trachurus japonicus</i>	Maaji	"	"
<i>Arctoscopus japonicus</i>	Hatahata	"	"
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	Ishidai	"	"
<i>Upeneus bensasi</i>	Himeji	P.-W. & K.	20, 10
<i>Priacanthus macracanthus</i>	Kintokidai	P.-W.	20
<i>Doderleinia berycoides</i>	Akamutsu	"	"
<i>Lateolabrax japonicus</i>	Susuki	P.-W.	"
<i>Coreoperca kawamebari</i>	Oyanirami	"	"
<i>Argyrosomus argentatus</i>	Ishimochi	"	"
<i>Sillago sihama</i>	Kisu	"	"
<i>Epinephelus fario</i>	Nominokuchi	"	"
<i>Myllo macrocephalus</i>	Kurodai	"	"
<i>Chrysophrys major</i>	Madai	"	"
<i>Gnathagnus elongatus</i>	Aomishima	"	"
<i>Callionymus lunatus</i>	Numerigochi	"	"
<i>Ammodytes personatus</i>	Ikanago	"	"
<i>Stichaeus grigorjewi</i>	Nagazuka	"	"
<i>Allolepis hollandi</i>	Norogenge	K.	10
<i>Mogurnda obscura</i>	Donko	P.-W.	20
<i>Cryptocentrus filifer</i>	Itohikihaze	"	"
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	Mahaze	"	"
<i>Chaeturichthys hexanema</i>	Akahaze	P.-W. & K.	20, 10
<i>Odontamblyopus rubicundus</i>	Warasubo	P.-W.	20
<i>Ditrema temmincki</i>	Umitanago	"	"
<i>Taius tumifrons</i>	Kidai	"	"
<i>Parapristipoma trilineatum</i>	Isaki	"	"
<i>Halichoeres poecilipterus</i>	Kyusen	P.-W. & K.	20, 10

Species	Japanese name	Staining method†	Sectionn- ing thick (μ)
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	Kawahagi	P.-W.	20
<i>Navodon modestus</i>	Umazurahagi	P.-W. & K.	20, 10
<i>Fugu niphobles</i>	Mafugu	P.-W.	20
<i>Fugu rubripes</i>	Torafugu	"	"
<i>Fugu vermicularis</i>	Kusafugu	"	"
<i>Sebastes inermis</i>	Mebaru	"	"
<i>Sebastescus marmoratus</i>	Kasago	"	"
<i>Sebastolobus macrochir</i>	Kichiji	P.-W. & K.	20, 10
<i>Inimicus japonicus</i>	Oniokoze	P.-W.	20
<i>Pleurogrammus azonus</i>	Hokke	"	"
<i>Hexagrammos otakii</i>	Ainame	P.-W. & K.	20, 10
<i>Cociella crocodila</i>	Inegochi	P.-W.	20
<i>Platycephalus indicus</i>	Kochi	"	"
<i>Furcina ishikawai</i>	Sarasakajika	P.-W. & K.	20, 10
<i>Podothecus sachi</i>	Tokubire	"	"
<i>Chelidonichthys kumu</i>	Hobo	P.-W.	20
<i>Lepidotrigla micropiera</i>	Kanagashira	"	"
<i>Cyclolumpus asperrimus</i>	Konpeito	"	"
<i>Crystallias matsushimae</i>	Abachan	K. & H.-E.	10
<i>Paralichthys olivaceus</i>	Hirame	P.-W.	20
<i>Hippoglossus stenolepis</i>	Ohyo	"	"
<i>Hippoglossoides dubius</i>	Akagarei	"	"
<i>Limanda Herzensteini</i>	Magarei	"	"
<i>Tanakius kitaharai</i>	Yanagimushigarei	"	"
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	Hireguro	"	"
<i>Gadus macrocephalus</i>	Tara	"	"
<i>Theragra chalcogramma</i>	Suketodara	P.-W. & K.	20, 10
<i>Lophius litulon</i>	Kianko	P.-W.	20
<i>Pterophryne histrio</i>	Hanaokoze	P.-W. & K.	20, 10

†, Abbreviations of staining method as follows:

P.-W.: Pal-weigert staining method

K.: Klüver staining method

H.-E.: Hematoxylin-eosin staining method

Ⅲ. 観察結果と考察

筆者等が採用した染色方法では、その形態および内部の微細構造などを詳細に観察することは出来なかつたが、約 100 種にもわたつて、マウスナ細胞の発達状態を概観しえたので、魚類のもつ固有の游泳行動とマウスナ細胞の状態をあわせみることが出来（第 2 表）、従来研究されて来たこの細胞の機能と形態の関係について若干の知見を加えることが出来た。

1) 硬骨魚におけるマウスナ細胞の形態と発達状態は魚種によつて、その外部形態、脳形が異つてると同様に、その大きさもまちまちで、その所在位置は一般に第 7 神経、および第 8 神経が延髄に入る附近の中心部ではあるが、魚種によつて必ずしも一定していない。筆者等の使用した作製標本の範囲では細胞の所在位置と形態については、種の固有の行動とは特に関係がみられなかつた。また所在位置の変化についても従来の研究者達の業績ではふれていない。

2) HEALEY (1957) によれば、底棲魚および尾の未発達の魚種ではマウスナ細胞が甚だ未発達かまたは

欠いているとのべているが、筆者等が採用した固定染色の方法では、必ずしも底棲性には関係がなく、コンベトウ (*Cyclolumpus asperillum*), ハナオコビ (*Pterophryne kistrio*), アパチヤン (*Crystallias matsushimae*) 等の如く水中を殆ど游泳せず、運動の極めて鈍い種においてのみ延髄内にマウスナ細胞と判定すべき細胞を見出せなかった。

3) イシダイ (*Oplegnathus fasciatus*), ウナギ (*Anguilla japonica*), ドジョウ (*Misgurnus anguillicaudatus*), ホッケ (*Pleurogrammus azonus*), タチウオ (*Trichiurus lepturus*), ムラサキウミヘビ (*Mystriophis porphyreus*), スケトウダラ (*Theragra chalcogramma*), タラ (*Gadus macrocephalus*), ナマズ (*Parasilurus asotus*), ハモ (*Muraenesox cinereus*), マアナゴ (*Astroconger myriaster*) などのマウスナ細胞はよく発達している (第2表)。これらの種はいずれも夜行的な索餌行動をなす。またこれらのうちでも体形が細長く、游泳の場合体をくねらせて運動する種、すなわちウナギ (*Anguilla japonica*), ムラサキウミヘビ (*Mystriophis porphyreus*), ドジョウ (*Misgurnus anguillicaudatus*), ナマズ (*Parasilurus asotus*), ハモ (*Muraenesox cinereus*), ワラスボ (*Odontamblyopus rubicundus*), タチウオ (*Trichiurus lepturus*), マアナゴ (*Astroconger myriaster*) などのマウスナ細胞は前述のようによく発達しているのは勿論であるが、マウスナ細胞の附近にマウスナ細胞と類似形態をもつ巨大細胞が1対または2対存在する (第1図2, 3)。この細胞については従来の業績には何ら記載がなく、その機能についてはわからないが、その所在位置、種の体形と行動をあわせ考えると、はなはだ興味ある問題で、その説明は今後の研究にまたねばならない。

以上の結果からみると、筆者等の知り得た範囲では、魚類のマウスナ細胞の発達状態の如何は、その行動と次のような関係にあるものである。すなわちマウスナ細胞のよく発達している種は尾部を繊細微妙に徐々に且つ正確に運動する必要ありとみられる種で、その逆の場合は発達が悪い。またこの細胞をまったく欠いている種は、尾柄及び尾鰭の運動の極めて少ないものに限られている。夜行性であり且つ尾柄部及び、尾鰭を波動的に動かす種においては非常によく発達し、他魚種と異なり、マウスナ細胞の附近にこれとよく似た形態の巨大細胞をもっているのは注目し得る。つぎに、種の行動が主として視覚にたよることなく、側線感覚や嗅味聴覚の感覚にたよって行動する一部の夜行性魚にマウスナ細胞が発達していることは、本細胞の機能について注目すべきことであろう (第2表)。

Table 2.

Species	Japanese name	Mauth. cell †	Swimming behavior ††
Konosirus punctatus	Konoshiro	—	D. G.
Etrumeus micropus	Urumeiwashi	+	D. G.
Clupea pallasii	Nishin	—	D. G.
Sardinops melanosticta	Maiwashi	—	D. G.
Harengula zunsii	Sappa	+	D. G.
Engraulis japonica	Katakuchiiwashi	+	D. G.
Oncorhynchus nerka var. nerka	Benizake	+	G.
Oncorhynchus tshawytscha	Masunosuke	—	G.
Oncorhynchus gorbuscha	Karafutomasu	+	G.
Oncorhynchus keta	Sake	—	G.
Oncorhynchus masou var. ishikawae	Yamame	+	D.
Oncorhynchus kisutch	Ginzake	+	G.
Salmo gairdnerii irideus	Nijimasu	+	D. G.
Salvelinus pluvius	Iwana	—	D.
Salvelinus malma	Oshorokoma	—	G.
Salvelinus fontinalis fontinalis	Kawamasu	—	D. G.

Species	Japanese name	Mouth. Cell †	Swimming behavior ††
<i>Plecoglossus altivelis</i>	Ayu	—	D.
<i>Hypomesus olidus</i>	Wakasagi	++	D.
<i>Argentina semifasciata</i>	Nigisu	++	
<i>Maurolicus japonicus</i>	Kyurieso	++	D. N.
<i>Saurus undoquamis</i>	Maeso	+	D.
<i>Acheilognathus lanceolata</i>	Yaritanago	++	
<i>Pseudogobio esocinus</i>	Kamatsuka	+ ?	D. T.
<i>Tribolodon hakonensis hakonensis</i>	Ugui	—	D.
<i>Karassius auratus</i>	Funa	—	D.
<i>Cyprinus carpio</i>	Koi	+	D. N.
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	Dojyo	+++○	N. T.
<i>Parasilurus asotus</i>	Namazu	+++○	N. A.
<i>Pelteobagrus undiceps</i>	Gigi	++	N. A.
<i>Anguilla japonica</i>	Unagi	+++○	N.
<i>Astroconger myriaster</i>	Maanago	++ ○	N.
<i>Muraenesox cinereus</i>	Hamo	++ ○	N.
<i>Mystriophis porphyreus</i>	Murasakiumihebi	+++○	N.
<i>Cololabis saira</i>	Sanma	—	G.
<i>Hemiramphus sajori</i>	Sayori	+++○	
<i>Prognichthys agoo</i>	Tobiuo	— — — ?	D. G.
<i>Zeus japonicus</i>	Matodai	+	
<i>Mugil cephalus</i>	Bora	—	D. G.
<i>Sphyaena pinguis</i>	Akakamasu	—	D. G.
<i>Channa argus</i>	Kamuruchii	+++	N.
<i>Betta splendens</i>	Togyo	—	D.
<i>Thunnus thynnus</i>	Kuromaguro	—	D.
<i>Katsuwonus pelamis</i>	Katsuo	—	D. G.
<i>Euthynnus affinis yaito</i>	Suma	—	
<i>Scomber japonicus</i>	Masaba	—	D. G.
<i>Scomberomourus niphonius</i>	Sawara	—	
<i>Trichiurus lepturus</i>	Tachiuo	+++○	N.
<i>Coryphaena hippurus</i>	Shiira	+	G.
<i>Trachurus japonicus</i>	Maaji	++	G.
<i>Arctoscopus japonicus</i>	Hatahata	—	D. N.
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	Ishidai	+++	D. N. T.
<i>Upeneus bensasi</i>	Himeji	++	
<i>Priacanthus macracanthus</i>	Kintokidai	—	N.
<i>Doderleinia berycoides</i>	Akamutsu,	++	
<i>Lateolabrax japonicus</i>	Susuki	+	N.
<i>Coreoperca kawamebari</i>	Oyanirami	—	D.
<i>Argyrosomus argentatus</i>	Ishimochi	—	N.
<i>Sillago sihama</i>	Kisu	+	N.
<i>Epinephelus fario</i>	Nominokuchi	—	N.
<i>Mylio macrocephalus</i>	Kurodai	— ?	N.
<i>Chrysophrys major</i>	Madai	+	N.
<i>Gnathagnus elongatus</i>	Aomishima	—	

Species	Japanese name	Mauth. cell †	Swimming behavior ††
<i>Callionmus lunatus</i>	Numerigochi	---	
<i>Ammodytes personatus</i>	Ikanago	----	
<i>Stichaeus grigorjewi</i>	Nagazuka	++	N.
<i>Allolepis hollandi</i>	Norogenge	×	
<i>Mogurnda obscura</i>	Donko	---	
<i>Cryptocentrus filifer</i>	Itohikihaze	—	
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	Mahaze	++	
<i>Chaeturichthys hexanema</i>	Akahaze	+	N.
<i>Odontamblyopus rubicundus</i>	Warasubo	++ ○	N.
<i>Ditrema temmincki</i>	Umitanago	+	N.
<i>Taius tumifrons</i>	Kidai	----	
<i>Parapristipoma trilineatum</i>	Isaki	--	N.
<i>Halichoeres poecilipterus</i>	Kyusen	----	D.
<i>Stephanolepis cirrifer</i>	Kawahagi	++	
<i>Navodon modestus</i>	Umazurahagi	++	
<i>Fugu niphobles</i>	Mafugu	--	
<i>Fugu rubripes</i>	Torafugu	----	
<i>Fugu vermicularis</i>	Kusafugu	----	
<i>Sebastes inermis</i>	Mebaru	—	
<i>Sebastes marmoratus</i>	Kasago	--	
<i>Sebastobus macrochir</i>	Kichiji	--	
<i>Inimicus japonicus</i>	Oniokoze	----	N.
<i>Pleurogrammus azonus</i>	Hokke	—	N.
<i>Hexagrammos otakii</i>	Ainame	+	
<i>Cociella crocodila</i>	Inegochi	+	N. T.
<i>Platycephalus indicus</i>	Kochi	—	N. T.
<i>Furcina ishikawai</i>	Sarasakajika	—	
<i>Podothecus sachi</i>	Tokubire	—	
<i>Chelidonichthys kumu</i>	Hobo	--	
<i>Lepidotrigla micropiera</i>	Kanagashira	--	
<i>Cyclolumpus asperrimum</i>	Konpeito	×	
<i>Crystallias matsushimae</i>	Abachan	×	
<i>Paralichthys olivaceus</i>	Hirame	----	
<i>Hippoglossus stenolepis</i>	Ohyo	--	
<i>Hippoglossoides dubius</i>	Akagarei	----	
<i>Limanda Herzensteini</i>	Magarei	----	
<i>Tanakius kitaharai</i>	Yanagimushigarei	----	N.
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	Hireguro	+	N.
<i>Gadus macrocephalus</i>	Tara	+++	N.
<i>Theragra chalcogramma</i>	Suketodara	+++	N.
<i>Lophius litulon</i>	Kianko	+	
<i>Pterophryne histrio</i>	Hanaokoze	×	

†, Mark of Mauth. cell as follows:
 ×: Not discovered.
 ‡: Very well develop.
 †: Well develop.
 +: Moderate.
 -: Not well develop.
 ---: Small in shape.
 ----: Very small in shape.
 ○: Large nerve-cells discovered.

††, Abbreviation of swimming behavior as follows:
 D.: Daytime swimming fishes.
 N.: Nocturnal fishes.
 G.: Group-swimming fishes.
 T.: Taste feeling fishes.
 A.: Acaustic feeling fishes.

IV. 摘 要

日本産硬骨魚類約 100 種の延髄のマウスナ細胞の発達状態を比較し、その游泳行動との関係を検討した。その結果は次の通りである。

1. マウスナ細胞の発達状態およびその所在位置は、魚種によつて異なる。
2. 嗅、味覚、聴覚にたより、夜間索餌する種のマウスナ細胞は、非常によく発達している。
3. 水中で殆ど游泳行動をしない魚、またその行動が極めて緩徐な種においては、マウスナ細胞を発見出来なかつた。
4. 体形が細長く、そしてその游泳行動において体を波状に動かすような魚のマウスナ細胞は、発達が非常によい。さらに本細胞の前後に本細胞と形態が酷似する 1 対乃至 2 対の神経細胞が見られる。

文 献

- BECCARI, N. (1907). Ricerche sulle cellule e fibre del Mauthner e sulle loro connessioni in pesci ed anfibi. (*Salmo fario*, *S. irideus* e *Salamandria perspicillata*). *Arch. ital. di anat. e diembriol.*, 6: 660.
- MARUI, K. (1918). On the finer structure of the synapse of the Mauthner cell with especial consideration of the "Golgi net" of Bethe, nervous terminal feet and the nervous pericellular terminal net of held. *J. Comp. Neurol.*, 30(2): 127.
- RETZLAFF, E. (1954). Neurohistological basis for the functioning of paired half-centers. *J. Comp. Neurol.*, 101(2): 407.
- (1957). A mechanism for excitation and inhibition of the Mauthner's cells in teleost: A histological and neurophysiological study. *J. Comp. Neurol.*, 107(2): 209.
- KAPPERS, A., HUBER, G. C., CROSBY, F. C. (1936). *The comparative anatomy of the nervous system in vertebrates, and man.* 1 & 2. The Mac Millan Co., N. Y.
- HEALEY, E. G. (1957). *The nervous system. The physiology of fishes.* 2: Academic press inc., N. Y.
- 内 橋 潔 (1953). 脳髓の形態より見た日本産硬骨魚類の生態学的研究。日水研研究報告, (2).

Plate I.

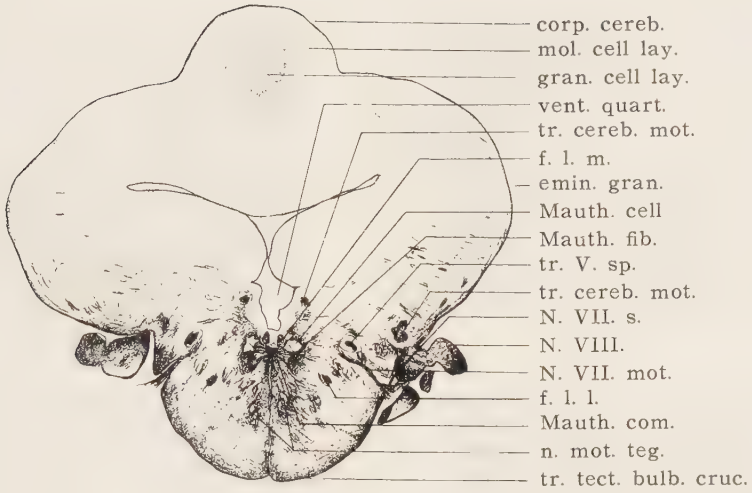
1. Transverse section through the region of entrance of the VII motor nerve.
2. Transverse section through the region of Mauthner's cell.
3. Transverse section through the region of large nerve-cell resembled to the Mauthner cell.
4. 5. Transverse section through the region of Mauthner's cell.

Plate II-VI.

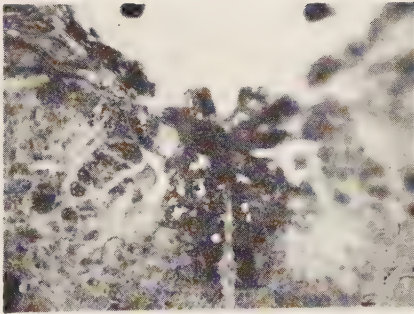
- 6.-45. Transverse section through the region of Mauthner's cell.

Abbreviations used in the explanation of figures:

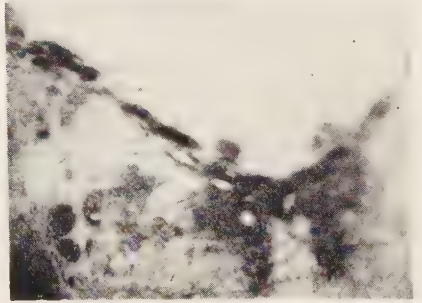
<i>corp. cereb.</i>	corpus cerebelli
<i>emin. gran.</i>	eminencia granularis
<i>f. l. l.</i>	fasciculus longitudinalis lateralis
<i>f. l. m.</i>	fasciculus longitudinalis medialis
<i>gr. cell l.</i>	granule cell layer
<i>Mauth. cell</i>	Mauthner's cell
<i>Mauth. com.</i>	Mauthner's commissura
<i>Mauth. fib.</i>	Mauthner's fibre
<i>mol. cell l.</i>	molecular cell layer
<i>N. VII. m.</i>	nerve VII motor
<i>N. VII. s.</i>	nerve VII sensory
<i>N. VIII.</i>	nerve VIII
<i>n. mot. teg.</i>	nucleus motorius tegmenti
<i>tr. V. sp.</i>	tractus V-spinalis
<i>tr. cereb. mot.</i>	tractus cerebello motorius
<i>tr. tect. bulb. cruc.</i>	tractus tecto-bulbalis cruciatus
<i>vent. quart.</i>	ventriculus quartus



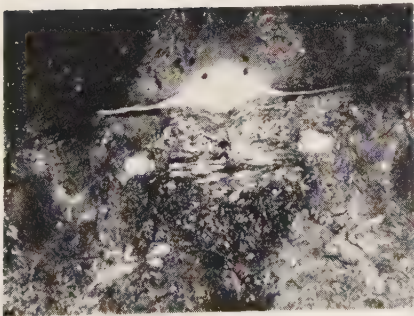
1. Tachiuo P-W. $\times 15$
 (*Trichiurus lepturus*).



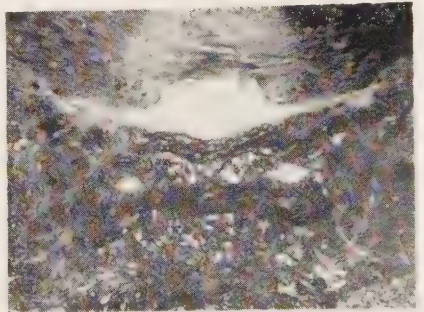
2. Unagi P-W. $\times 140$
 (*Anguilla japonica*)



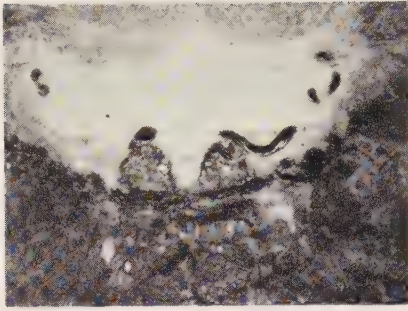
3. Unagi P-W. $\times 1405$
 (*Anguilla japonica*)



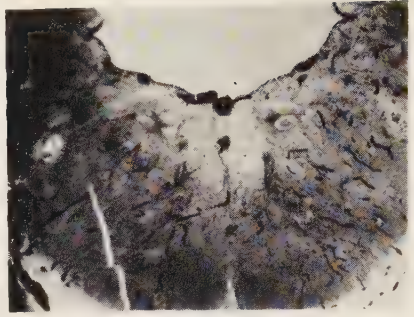
4. Urumeiwashi P-W. $\times 40$
 (*Etrumeus micropus*)



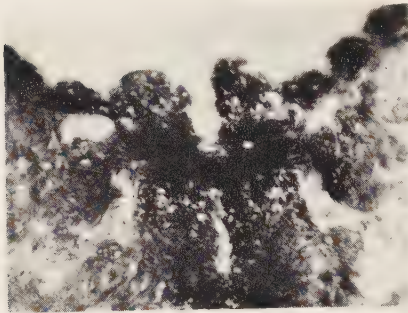
5. Maiwashi P-W. $\times 70$
 (*Sardinops melanosticta*)



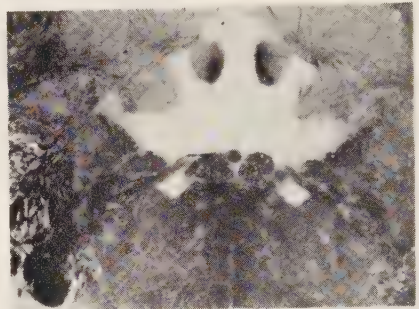
6. Yamame P.-W. $\times 100$
(*Oncorhynchus masou* var. *ishikawae*)



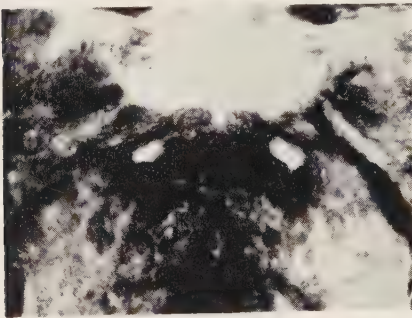
7. Nijimasu P.-W. $\times 85$
(*Salmo gairdnerii irideus*)



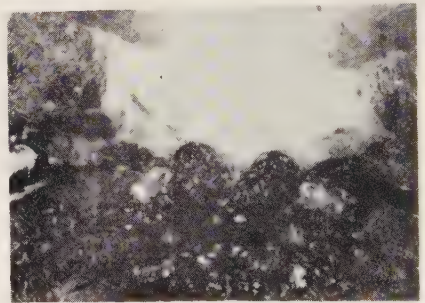
8. Ayu P.-W. $\times 360$
(*Plecoglossus altivelis*)



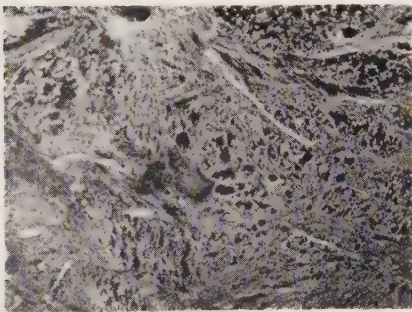
9. Nigisu P.-W. $\times 60$
(*Argentina semifasciata*)



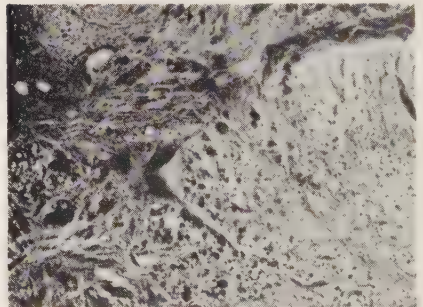
10. Kiyurieso P.-W. $\times 250$
(*Mauroliscus japonicus*)



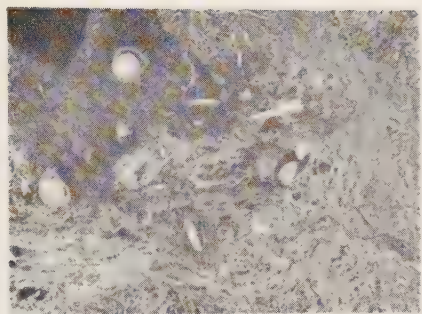
11. Maeso P.-W. $\times 80$
(*Saurus undosquamis*)



12. Ugui K. $\times 500$
(*Tribolodon hakonensis hakonensis*)



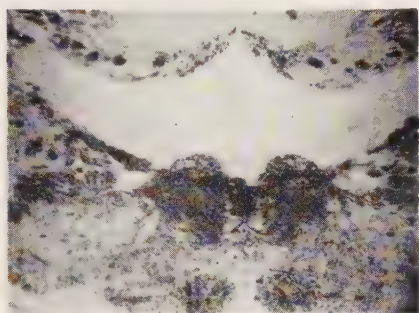
13. Funa K. $\times 500$
(*Carassius auratus*)



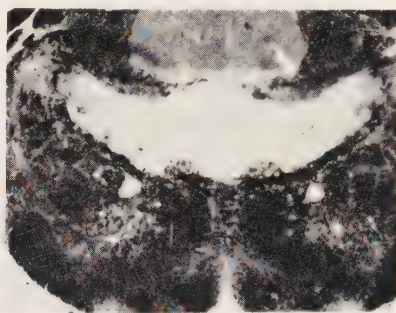
14. Koi K. $\times 500$
(*Cyprinus carpio*)



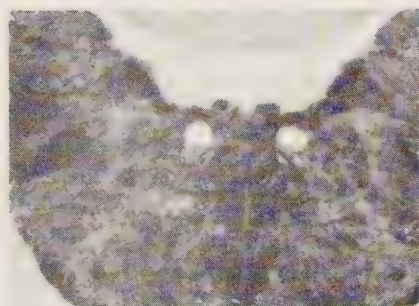
15. Namazu P.-W. $\times 50$
(*Parasilurus asotus*)



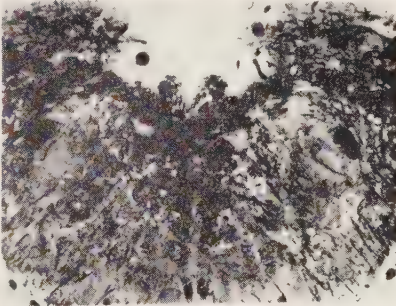
16. Hamo P.-W. $\times 100$
(*Muraenesox cinereus*)



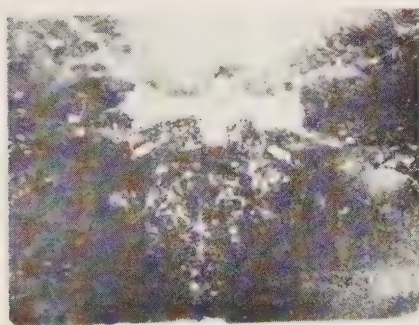
17. Murasakiumihebi P.-W. $\times 80$
(*Mystriophis porphyreus*)



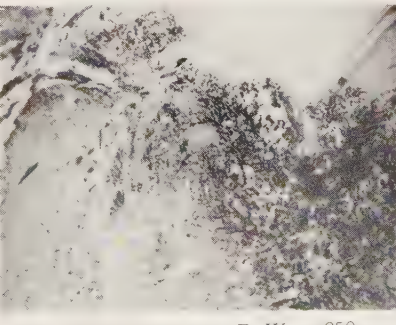
18. Sayori P.-W. $\times 70$
(*Hemiramphus sajori*)



19. Matodai P.-W. $\times 70$
(*Zeus japonicus*)



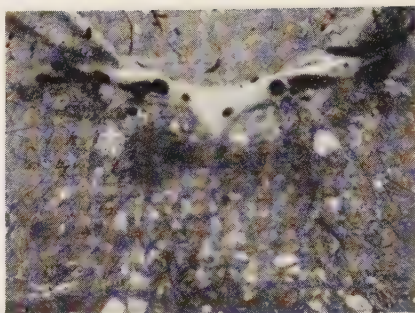
20. Akakamasu P.-W. 100
(*Sphyræna pinguis*)



21. Kuromaguro P.-W. $\times 250$
(*Thunnus thynnus*)



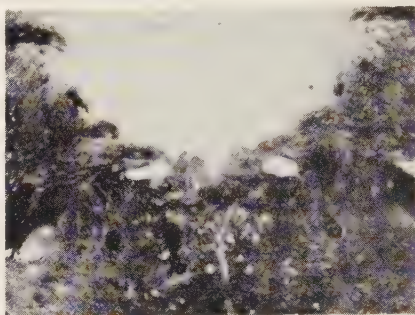
22. Katsuo P.-W. $\times 50$
(*Katsuwonus pelamis*)



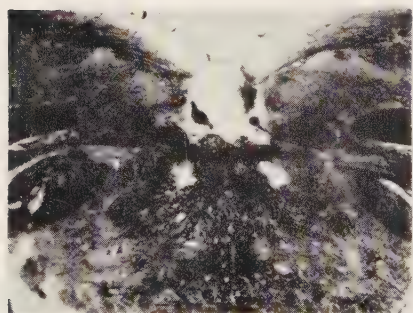
23. Suma P.-W. $\times 50$
(*Euthynnus affinis yaito*)



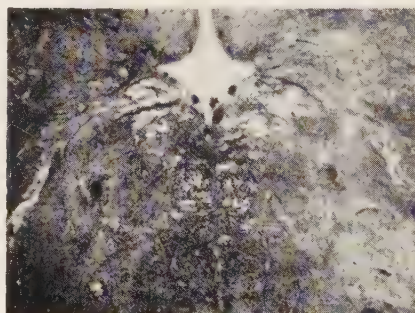
24. Maaji P.-W. $\times 70$
(*Trachurus japonicus*)



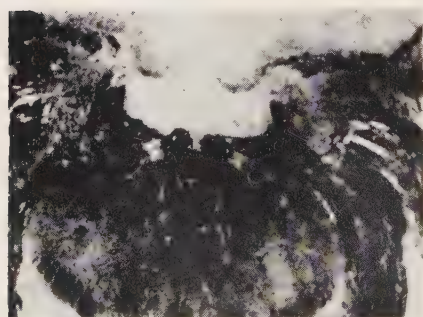
25. Ishidai P.-W. $\times 60$
(*Oplegnathus fasciatus*)



26. Himeji P.-W. $\times 50$
(*Upeneus bensasi*)



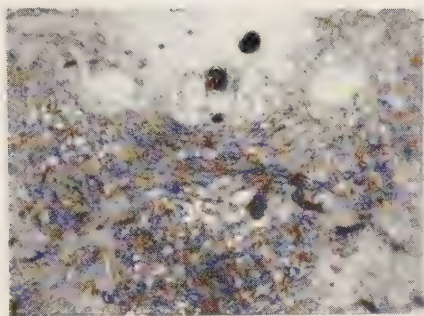
27. Kintokidai P.-W. $\times 80$
(*Priacanthus muraucanthus*)



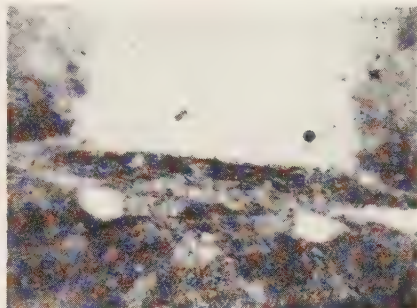
28. Akamutsu P.-W $\times 80$
(*Dodorleinia berycoides*)



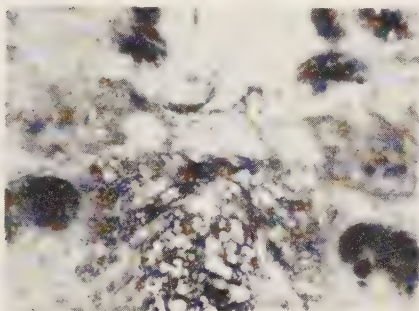
29. Oyanirami P.-W. $\times 130$
(*Coreoperca kawamebari*)



30. Nominokuchi P.-W. $\times 150$
(*Epinephelus fario*)



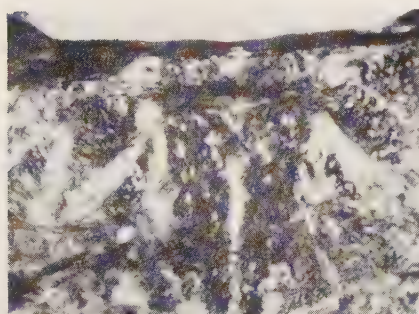
31. Mahaze P.-W. $\times 200$
(*Acanthogobius flavimanus*)



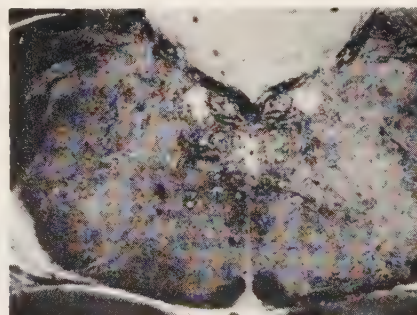
32. Akahaze P.-W. $\times 600$
(*Chaeturichthys hexanema*)



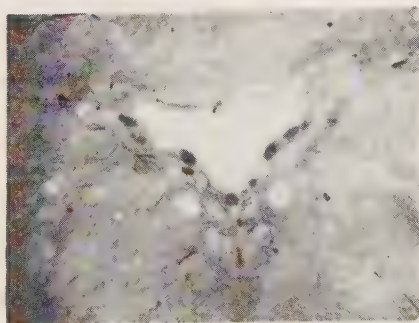
33. Umitanago P.-W. $\times 80$
(*Ditrema temmincki*)



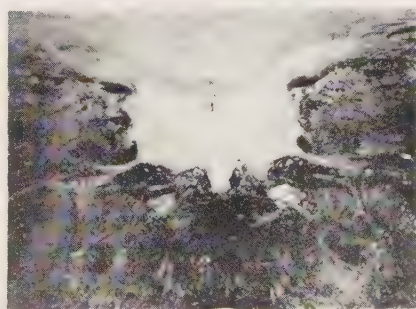
34. Kiyusen P.-W. $\times 400$
(*Halichoeres poecilipterus*)



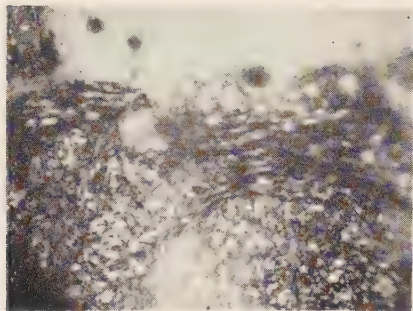
35. Kawahagi P.-W. $\times 40$
(*Stephanolepis cirrifer*)



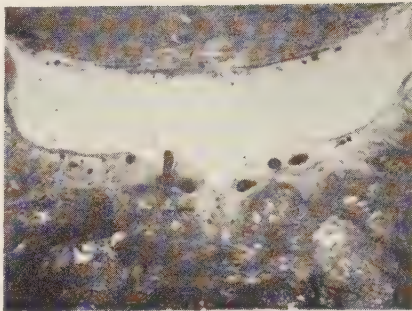
36. Umazurahagi P.-W. $\times 50$
(*Navodon modestus*)



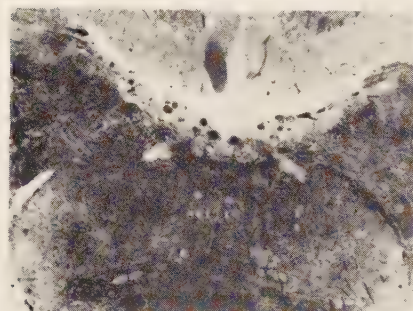
37. Mebaru P.-W. $\times 90$
(*Sebastes inermis*)



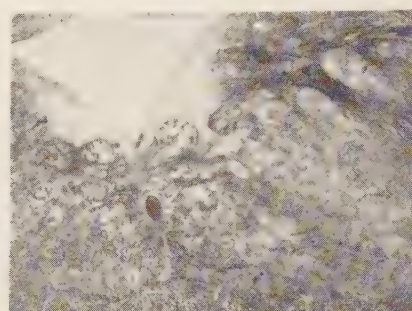
38. Kasago P.-W. $\times 200$
(*Sebastes marmoratus*)



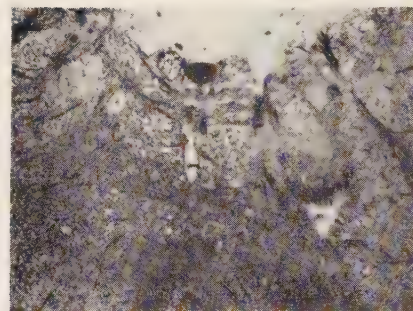
39. Hokke P.-W. $\times 40$
(*Pleurogrammus azonus*)



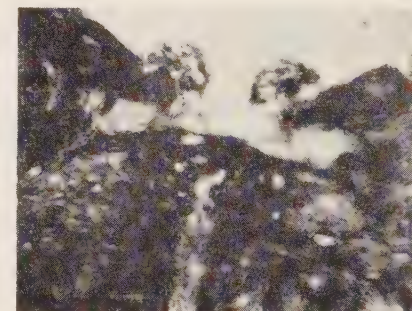
40. Ainame P.-W. $\times 70$
(*Hexagrammos otakii*)



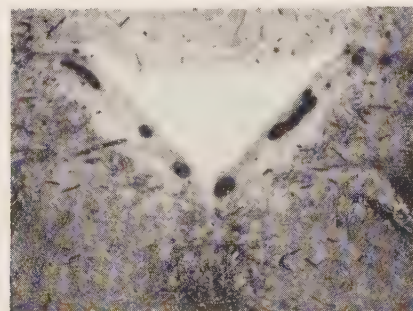
41. Hirame P.-W. $\times 50$
(*Paralichthys olivaceus*)



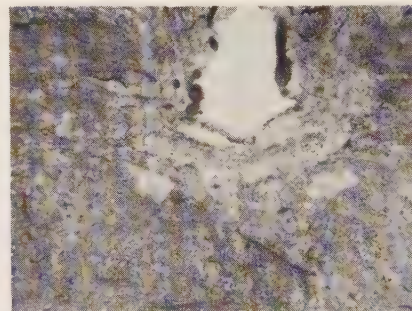
42. Akagarei P.-W. $\times 100$
(*Hippoglossoides dubius*)



43. Magarei P.-W. $\times 550$
(*Limanda herzensteini*)



44. Hireguro P.-W. $\times 300$
(*Glyptocephalus stelleri*)



45. Tara P.-W. $\times 60$
(*Gadus macrocephalus*)

日水研年報, (6): 217-225, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6): 217-225, 1960.

CTC 液浸漬処理魚体に残存する CTC 量と鮮度保持効果について¹

野口栄三郎・山添健一²・永原正信

Effectiveness of Chlorotetracycline for Keeping Quality of Fish with a Note on the Amount of CTC Penetrated into Edible Parts of the Fish Dipped in Concentrated Solution

BY

EIZABURO NOGUCHI, KENICHI YAMAZOE AND MASANOBU NAGAHARA

Abstract

The effectiveness of chlorotetracycline (CTC) for keeping quality of the whole fish treated with CTC solution appears to be different according to the kinds of fishes. Through immersion as a whole fish in 30-200 ppm solution for 2 minutes, flat fish (*Tanakius kitaharai*) is most effectively kept in high quality, followed by sillago (*Silago sihama*) and horse mackerel (*Trachurus japonicus*) as shown in Fig. 4.

The amount of CTC penetrated into the edible parts, i.e., muscle and skin, of these fishes dipped in concentrated solution of 30-200 ppm only for 2 minutes is more than expected, nevertheless it is less than 5 ppm (The tolerance for residue of CTC in or on fish body by FDA,) even in the case of immersion in a solution as concentrated as 200 ppm.

The order of speed in inactivation of CTC in the edible parts of these treated fishes, as observed during storage in cold, is sillago, horse mackerel and followed by flat fish, as is made clear by a practical cylinder plate assay method (TOMIYAMA, 1959) for the determination of CTC. The differences in inactivation speed of CTC by the kinds of fishes is considered to be affected by the body shape of the fish, i.e., whether it is flat or roundish, because CTC in the edible parts of the fish is quickly inactivated by exposure to ultraviolet ray or room light as shown in Fig. 11.

I. 緒 言

CTC (chlorotetracycline) 水の使用や CTC 液中への浸漬、撒布等が鮮魚の鮮度保持に効果のあることは、既に富山 (1955) その他多数の研究者によつて明らかとされ、また現在以西底曳やその他の漁業でも

1. 昭和35年度日本水産学会秋期大会 (仙台) にて発表
・現在水産庁庶政部勤務

5ppm を含有する CTC 氷の使用が許可され現実に使用されている 実状である。しかし今までの研究では CTC 氷として使用するよりは CTC 液中に短時間浸漬することの方が鮮度保持に対してより効果的であつて、漁業者その他からも CTC 液に浸漬することの許可が強く要望されている。しかし取締当局から云えば、故意或は過誤によつて高濃度の CTC 液中に浸漬された場合の CTC の魚体内残存量等について保健衛生の立場から問題が残されており、CTC 浸漬許可に踏切れないのが実状のようである。

従来行われた多くの CTC 浸漬の効果試験は 10~20ppm 程度の稀薄な液が使用されて、30ppm 以上の高濃度の場合の効果や魚体内への残存量についての研究は極めて少ない。また魚体に附着或は浸透した CTC は貯蔵中自然に減少して行くが、これらについての研究もまた極めて少ない。そこで 30ppm 以上の高濃度の CTC 液に魚体を浸漬した場合の鮮度保持効果と、魚体可食部に残存する CTC 量及びこれらの CTC の自然減少について研究を行つた。これらの効果や自然減少等については、相当多数の資料を得なければ結論は出し得ないのであるが、2~3 の知見を得たので取敢えず予報として報告する。尚この研究について種々御教示を得た九大富山教授及び CTC 等の御提供を頂いた日本レダリーに厚く御礼を申し上げる。

Ⅱ. 実験方法

原料魚としては地先で漁獲された体重 50g 内外の小アジ (*Trachurus Japonicus*)、ヤナギムシガレイ (*Tanakius kitaharai*)、及び体重 30g 内外のキス (*Silago sihama*) を市場より購入使用した。原料魚は比較的新鮮なもので硬直期前後のものである。魚体は丸のまま FD 処方のアクロナイズ (CTC) の所要濃度液中に 2 分間浸漬し、大型シャーレーに入れて 0~5℃ の冷蔵庫に保管し、肉眼観察と分析に供した。分析に供した試料は普通家庭で調理するようにウロコを除去し、軽く水洗後 3 枚に身おろしして用いた。従つてこの場合の分析値は皮及び肉を含んだ可食部としての量である。CTC の定量は富山等 (1959) の簡易シンダープレート法により行い、揮発性塩基窒素量は CONWAY の微量拡散法に、pH 値はベックマンの硝子電極法によつた。

Ⅲ. 実験結果及び考察

1. CTC 浸漬による魚体の鮮度保持効果

1) アジの場合

アジを用いて 30~200ppm の CTC 液に 2 分間浸漬し、そのまま低温度に貯蔵した場合の鮮度保持の効果は第 1 表及び第 1 図に示す通りで、pH 値が 6.4 附近、揮発性塩基窒素量が 30mg/100g 前後に達すると肉眼的にも初期腐敗の段階に達したと見られる。CTC 浸漬を行わない対照は 0~5℃ で 6 日目頃初期腐敗を示すが、30ppm 液では 8 日頃、200ppm では 12 日前後で初期腐敗を示すようである。揮発性塩基窒素量が 30mg/100g に達した時を初期腐敗とし、初期腐敗延長率をみると第 1 図から 30ppm の場合は 1.2、50ppm では 1.3、100ppm では 1.5、200ppm では 1.7 と浸漬液が高濃度となるほど延長率は高くなる。

2) キスの場合

第 1 表及び第 2 図に示す通りで、pH 値が 7.0、揮発性塩基窒素量が 30mg/100g 前後で初期腐敗の段階を示す。この実験では対照は 7 日前後、30ppm では 9 日頃、50ppm では 10 日頃初期腐敗を示すが、100ppm 以上ではまだ初期腐敗の段階に至らなかった。アジの場合と同様第 2 図から初期腐敗延長率を計算すると 30ppm では 1.3、50ppm では 1.5、100ppm では 1.7、200ppm では 1.9 と高濃度となるほど腐敗延長率は高くなる。

3) ヤナギムシガレイの場合

第 1 表及び第 3 図に示すように、ヤナギムシガレイの場合は pH 値が 6.7~6.8、揮発性塩基窒素量が 30mg/100g 前後で初期腐敗の段階を示すようである。対照は 4 日頃初期腐敗を示したが 30ppm では 6 日頃、50ppm では 8 日頃、100ppm では 10 日頃、200ppm では 10 日後も鮮度は良好であつた。アジ、キスの場合と同様第 3 図から初期腐敗延長率を計算すると、それぞれ 1.4、1.9、2.2、2.6 となり、アジやキスの場合に比しとかなり延長率が高くなつてゐる。

第 1 表 種々の濃度の CTC 液に浸漬貯蔵した場合の可食部の揮発性塩基窒素量、pH 値、CTC 量の変化（貯蔵温度 0～5℃）

ア ジ

浸漬濃度		貯蔵日数	0	2	4	6	8	10	12
ppm 0	{	pH	6.15	6.09	6.29	6.36	6.37	—	7.05
		VB-N	14.14	16.97	19.80	28.68	38.88	—	75.29
		CTC	—	—	—	—	—	—	—
30	{	pH	6.20	6.18	6.31	6.26	6.34	—	6.76
		VB-N	14.14	16.02	16.26	25.45	31.11	—	62.21
		CTC	0.51	0.41	0.34	0.26	0.22	—	0.15
50	{	pH	6.17	6.20	6.22	6.10	6.40	—	6.68
		VB-N	14.14	14.46	16.01	17.67	29.06	—	53.02
		CTC	0.94	0.73	0.60	0.42	0.37	—	0.31
100	{	pH	6.13	6.25	6.35	6.16	6.23	—	6.49
		VB-N	14.85	16.97	16.46	17.75	22.62	—	41.71
		CTC	1.50	—	1.00	0.76	0.64	—	0.55
200	{	pH	6.12	6.22	6.22	6.15	6.18	—	6.40
		VB-N	14.14	16.26	15.98	16.97	22.98	—	31.81
		CTC	2.45	2.10	1.70	1.33	0.91	—	0.78

キ ス

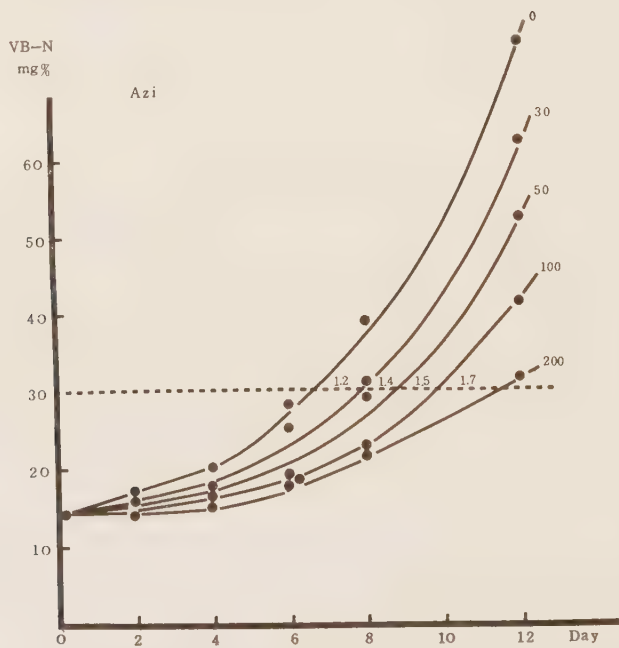
浸漬濃度		貯蔵日数	0	2	4	6	8	10
ppm 0	{	pH	6.68	6.49	6.79	6.93	7.40	7.45
		VB-N	8.84	10.60	15.96	25.24	41.00	51.60
		CTC	0	—	—	—	—	—
30	{	pH	6.76	6.79	6.63	6.95	7.10	7.40
		VB-N	8.13	9.19	13.20	17.46	26.51	34.64
		CTC	0.83	0.58	0.40	0.27	0.20	0.15
50	{	pH	6.66	6.61	6.66	6.80	6.92	7.23
		VB-N	8.84	9.19	12.86	17.67	22.62	33.23
		CTC	1.24	0.80	0.60	0.48	0.28	0.24
100	{	pH	6.73	6.61	6.57	6.60	6.70	6.90
		VB-N	8.84	10.74	11.80	15.06	20.15	26.87
		CTC	2.14	1.50	0.94	0.71	0.48	0.32
200	{	pH	6.63	6.79	6.66	6.69	6.40	6.60
		VB-N	10.89	10.25	11.80	15.13	16.97	22.62
		CTC	3.06	2.14	1.64	1.13	0.79	0.54

従来行われた 10～40ppm 程度の低濃度の CTC 液に 10 分から 2 時間浸漬された場合の鮮度保持の効果をしらべてみると、魚種や貯蔵方法、処理方法等がそれぞれ異なるので同一に論ずるわけにはゆかないが、初期腐敗延長率は大体 1.2～2.0 内外であると報告（アクロナイズ、1955）されている。我々の実験では 30ppm 以上の高濃度の液を使用した。操業の場合を考慮して浸漬時間を短くし、2 分間とした為、予期されたような大きな効果は得られず、従来の諸報告と同様な 1.2～2.6 の延長率程度にとどまった。

第 1～第 3 図から得られた初期腐敗延長率を表示すると第 4 図のようになる。

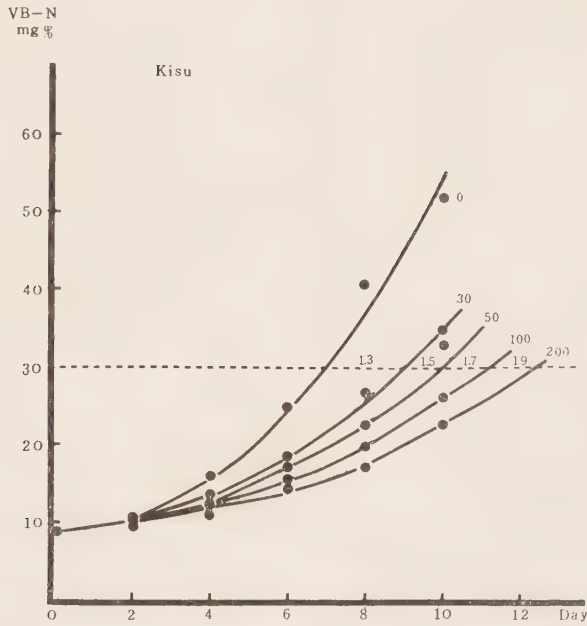
すなわちこの実験では CTC の鮮度保持効果は各濃度ともアジ、キス、カレイの順で大きくなっており、

貯蔵日数		0	2	4	6	8	10
浸漬濃度	ppm						
0	pH	6.50	6.63	6.64	7.05	7.20	7.31
	VB-N	9.76	19.44	28.99	46.31	92.26	98.84
	CTC	—	—	—	—	—	—
30	pH	6.58	6.55	6.64	6.84	6.79	7.08
	VB-N	—	14.49	22.62	29.69	—	46.31
	CTC	0.80	0.68	0.53	0.46	—	—
50	pH	6.49	6.60	6.52	6.69	6.81	6.86
	VB-N	—	13.43	—	22.76	28.51	45.60
	CTC	1.01	0.80	0.70	—	—	—
100	pH	6.58	6.54	6.57	6.72	—	6.84
	VB-N	—	13.08	18.38	22.27	24.74	32.30
	CTC	1.78	1.47	1.17	0.96	—	—
200	pH	6.45	6.53	6.61	6.66	6.65	6.69
	VB-N	—	12.09	15.55	20.92	23.04	24.67
	CTC	2.00	1.65	1.25	1.05	—	—

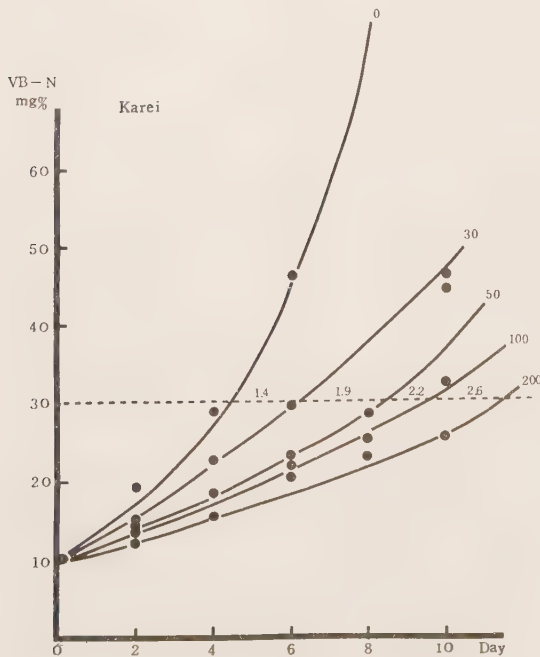


第 1 図 種々の濃度の CTC 液に浸漬されたアジ可食部中の揮発性塩基窒素量の変化 (貯蔵温度 0～5℃)

魚種により相当の差のあることが認められる。CTC の効果が魚種により差異のあることについての研究報告は見当らず、また多くの研究報告をみても実験方法が一定でない為に比較検討出来ない。ただ比較的 CTC の浸透量の多いとみられるイカ類は他の魚類に比して効果が顕著であるように思われる。また従来 CTC 氷の使用を許可されている以西底曳関係の業者の言によれば、CTC の効果はタイ類が最も顕著で、ついでタチウオ、グチの類がよく、ハモの場合はそれ程効果が認められないともいわれている。魚種により



第 2 図 種々の濃度の CTC 液に浸漬されたキス可食部中の揮発性塩基窒素量の変化 (貯蔵温度 0～5℃)



第 3 図 種々の濃度の CTC 液に浸漬されたヤナギムシガレイ可食部中の揮発性塩基窒素量の変化 (貯蔵温度 0～5℃)

このような CTC の鮮度保持効果に差異のあることは、恐らく魚体に附着した細菌の種類や量、或は魚体内への CTC の附着浸透量、魚の形、肉質や皮膚の組成や構造等の相違によるものと思われるが、これらについては今後更に多くの魚種について実験をやってみなければ判らない。

2. CTC の残存量について

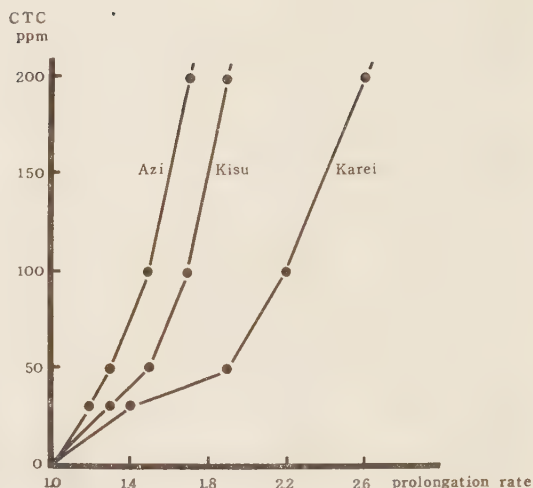
小アジを CTC 液中に 2 分間浸漬した場合の浸漬直後の可食部中の CTC 量は第 1 表及び第 5 図に示すように 0.51~2.45ppm とやや比較的多い結果を示している。しかしこの量は貯蔵中漸次減少して 12 日後には 0.15~0.78ppm となる。またキスの場合には第 1 表及び第 6 図に示すように浸漬直後には 0.83~3.06ppm で小アジの場合よりは多いが、10 日後には 0.15~0.54ppm となり、小アジの場合より少ない結果を示している。ヤナギムシガレイの場合は第 1 表及び第 7 図に示すように、浸漬直後の可食部中の CTC 量は 0.80~2.00ppm でキスとアジの中間の値を示し、6 日後には 0.46~1.05ppm と同様に減少している。

浸漬直後の可食部内の CTC 量を比較すると各濃度ともキスの場合が最も多く、ついでヤナギムシガレイ、小アジの順となる。従来の研究によれば、イワシ等の皮膚の弱い魚種は別として、CTC はウロコや皮膚の部分に多く魚体内への浸透は極めて少ないと云われている。この場合は家庭内で調理する程度にウロコを除去し、軽く水洗したので、皮と肉を一緒にして分析したものであり、肉質のみの結果ではない。カレイの場合に比較的多い結果を得ているのは、恐らく体型

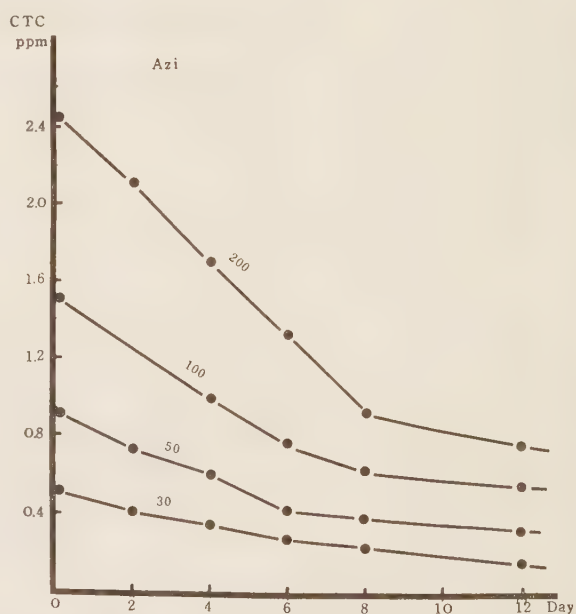
上から肉質の量に対し CTC の附着の多い皮の占める割合が多かった為であろう。またキスの場合に割合に多かったのは、アジの場合に比較して皮膚が弱く、CTC の魚体内への浸透が多かった為ではないかと思われるが、これについては肉質のみの CTC 量を測定しておらないので断定するわけにはゆかない。しかしいづれにしても極めて短時間の浸漬であるにもかかわらず、可食部中に残存する CTC 量は予想以上に多量残存している。しかし最も附着浸透量の多いキスの場合、200ppm という高濃度の液に浸漬した場合でも 3 ppm 程度で、米国の FDA 当局が許可している魚肉中の 5 ppm には達しなかった。

3. CTC の自然減耗について

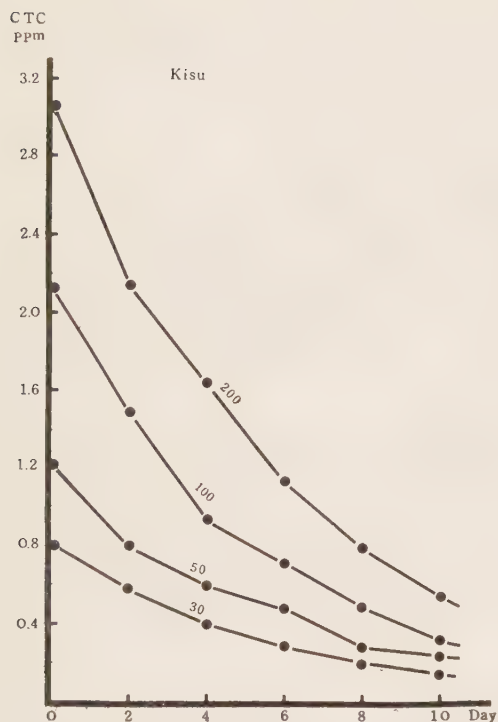
魚体に附着或は浸透している CTC は貯蔵中自然に減少して行くが、可食部中の CTC 量の対数値と貯蔵



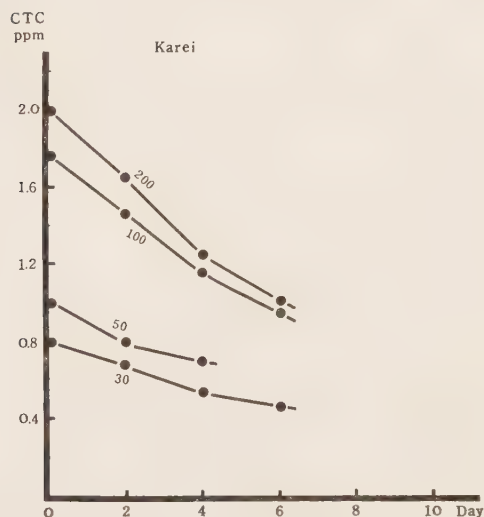
第 4 図 CTC 浸漬による初期腐敗延長率



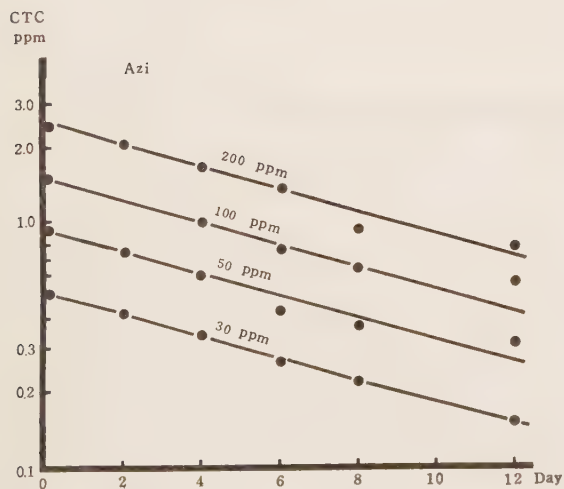
第 5 図 貯蔵中におけるアジ可食部中の CTC 量の変化



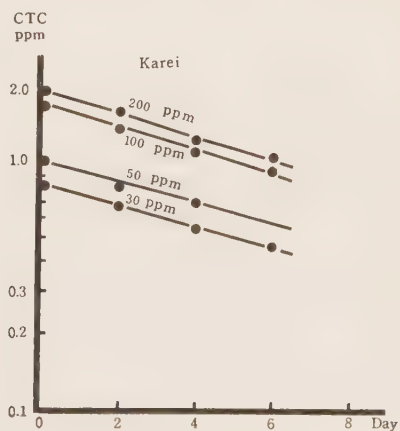
第 6 図 貯蔵中におけるキス可食部中の CTC 量の変化



第 7 図 貯蔵中におけるヤナギムシガレイ可食部中の CTC 量の変化



第 8 図 アジ可食部中の CTC の自然減少



第 9 図 カレイ可食部中の CTC の自然減少

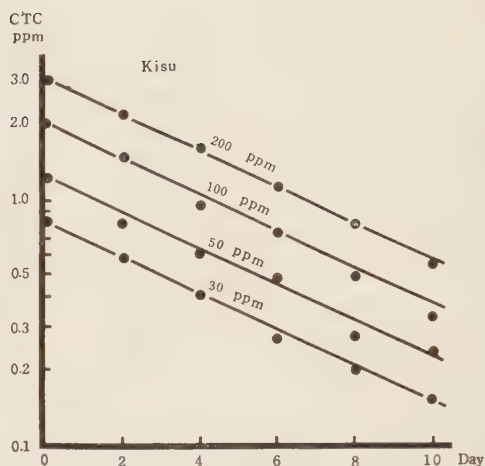
日数の関係を図示すると第 8 図～第 10 図に示すように直線的な関係を示し、各濃度とも同様な速度で減少している。最小自乗法によつて $y = y_0 e^{-Kt}$ の式から減少係数 K を求めるとカレイの場合は平均 0.097, アジの場合は 0.102, キスの場合は 0.173 となり、カレイ, アジに比較してキスの場合はかなり早く CTC が減少することを示している。

魚体に附着した CTC が自然に減少する原因については不明の点が多いが、さきに著者等が報告 (1959)

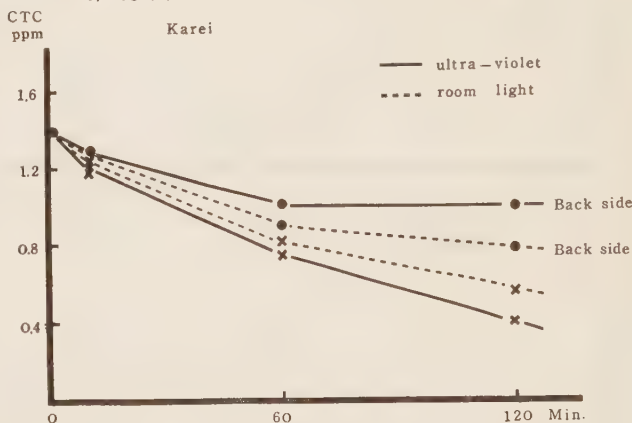
した塩干品を製造する場合の CTC の破壊については紫外線照射の影響が極めて大きかったので、紫外線及び室内光線の影響についての実験を行つた。紫外線照射は15Wのシマダ製低オゾン殺菌灯(主波長 2537 $^{\circ}$ A)を用いた。予備実験として 150ppm の CTC 液に 2 分間浸漬したイナダを 45cm の距離から 10 時間照射し、可食部中の CTC 量を定量した。この場合の放置温度は 30 $^{\circ}$ C であつた。そして浸漬直後の可食部中の CTC 量は 2.14ppm であつたが、完全に遮光した魚体の可食部中の CTC 量は 1.34ppm に減少し、照射魚体では直接照射された部分の可食部中の CTC は 0.44ppm と激しい減少を示したが、光線の当たらない背面部の可食部中の CTC 量は 1.23ppm で完全に遮光した場合の減少と大体同様の結果を示した。また第11図はヤナギムシガレイを 20ppm の CTC 液中に 2 分間浸漬後 25 $^{\circ}$ C 内外で紫外線照射及び 8 月の明るい室内に放置した場合の可食部中の CTC の減少を示すものであるが、明らかに紫外線及び室内光線によつて CTC の自然減少が促進されることを示している。

この場合の試料は水切り後硝子板上にのせて放置したものである為、光線の照射をうけない部分は空気と接して

おらない為、空気中の酸素の影響とゆうことも考えられるのであるが、予備実験のイナダを用いた場合に、完全に遮光した魚体の可食部の CTC 量が空気と接触しておらない背面部の可食部中の CTC 量と大差のないこと等から光線の影響が強いことが想像される。また CTC の破壊の原因としては pH 値の影響や魚体中の金属イオン等とのキレート作用等も考えられるが、同一魚体を使用したものであるから、これらの影響以上に光線の影響が強いことは予想される。そこでキスの場合貯蔵中の CTC 量の減少が最も早く、ついでアジ、カレイの順を示していることは、恐らく魚体の体型が強く影響し、形の丸いキスの場合は光線の影響を受けやすく、ついでアジ、カレイと偏平な体型となる程減少率が小さくなつたのではないかと予想される。しかしこれについては更に多くの魚種や原因等について研究が行われなければ断定することは出来ない。しかしいづれにしても、CTC 浸漬魚体を貯蔵中その CTC の減少速度は、同一魚体においても体側によつてかなり差異を生じることがあるので、試料採取には細心の注意を払うことが必要であると思われる。



第 10 図 キス可食部中の CTC の自然減少



第 11 図 紫外線照射及び室内に放置したヤナギムシガレイの可食部中の CTC 量の変化

IV. 摘 要

1. CTC 浸漬による鮮魚の鮮度保持効果は魚種によつてかなりの差異がある。小アジ、キス、ヤナギムシガレイにおいてはカレイの場合に最も効果を示し、ついでキス、アジの順となる。このような原因につい

ては魚の体型等も影響することが予想された。

2. CTCの可食部中への残存量は僅に2分間の浸漬によつてもかなり多い。しかしその量は200ppmのような異常に高い濃度に浸漬された場合でも、米国において許可されている魚肉中の5ppm以下の範囲である。またこの残存量は魚種によつて差異があり、この実験ではアジ、カレイ、キスの順で可食部内の残存量が多い。

3. 魚体に附着浸透したCTCは貯蔵中自然に減耗するが、その減耗の速度は魚種によつて異なる。減少速度係数はカレイ=0.097, アジ=0.102, キス=0.173でキスの場合が最も早く減少する。このような差異は恐らく体型の差異から来ておるものと予想される。

4. 自然減耗の原因としては紫外線または室内光線の影響が強いように思われる。同一魚体でも直接光線に照射された部分は光線に照射されない部分よりも著るしく速やかに減少するので、CTCの残存量等を測定する場合には、試料の採取部位に注意しなければならない。

文 献

- 富山哲夫・野村稔一・黒木俊一(1955). Aureomycinによるイワシの鮮度保持. 日水会誌, 21(4): 262-266.
- 富山哲夫・小林邦男・米 康 夫(1959). 組織中のクロルテトラサイクリンの簡易 cylinder plate 法. 日水会誌, 24(11): 937-942.
- 日本レダリー株式会社(1959). アクロナイズ, 7-63.
- 山 添 健 一・野口栄三郎(1959). 塩干品の鮮度保持におよぼす CTC の効果. 日水研年報, 5, 171-176.

日水研年報, (6): 227-233, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6): 227-233, 1960.

魚肉ゲルの性状に関する研究

I. 多磷酸塩を加えた魚肉ゾルの粘度¹

山 本 常 治・野 口 栄 三 郎

Studies on the Nature of the Fish Meat Gel

I. On the Viscosity of the Fish Meat Sol with an Adequate Quantity of Polyphosphate

BY

JOJI YAMAMOTO AND EIZABURO NOGUCHI

Abstract

In making of "Kamaboko" (Fish meat jelly), fish meat is ground with an adequate quantity of salt and polyphosphate for a purpose of reinforcing the jelly strength of "Kamaboko". But, in the case of addition of polyphosphate, the viscosity of the sticky paste is markedly decreased and consequently the finished "Kamaboko" often gets out of its normal shape.

In this report, the effect of polyphosphate for the viscosity of the fish meat sol were appraised by means of BL-type viscometer. The results were as follows:

1. When the fish meat is ground with an adequate quantity of Sodium pyrophosphate or Sodium tripolyphosphate, the viscosity of the fish meat sol is markedly decreased. But, in the case of addition of Sodium hexametaphosphate or Cargon, the change in viscosity is almost unnoticed.

2. The meats of 16 kinds fishes were tested. In many kinds of fishes, the viscosity of the manufactured fish meat sol is extremely decreased by addition of an adequate quantity of Sodium pyrophosphate, but in the case of the meats of Alaska pollack (*Theragra chalcogramma*) and Flat-head flounder (*Hippoglossoides dubius*), the decreasing of viscosity is almost not recognized.

I. 緒

言

多磷酸塩あるいはこれらの混合塩を魚肉ねり製品に加えた場合には足の補強効果があるばかりでなく、製品のきめが細くなり光沢をまし、色が白くなる等、種々な利点がある。しかしこれらを実際に使う場合にはすり身が非常に流動性をましていわゆる“たれ”やすくなり、かまぼこ、竹輪等の加熱前に一定の型を保たせるものには殆んど利用されていない。

¹ 日本水産学会, 昭和35年秋期大会で発表(仙台, 昭. 35. 10)

岡村等(1959)は足補強効果が強く、しかも流動性が小さい、いわゆる“たれ”ない磷酸塩を見出そうとして第三正磷酸ソーダ、第二磷酸ソーダを使用した、これらはかなり足補強効果もあり“たれ”もある程度は防止することができるが最も足補強効果があるピロ磷酸ソーダ6：トリポリ磷酸ソーダ4の混合塩は“たれ”防止効果が少ないと述べている。このように魚肉ねり製品に対する多磷酸塩の足補強効果は非常にすぐれているが、多磷酸塩類の作用機作や使用方法等にはなおいろいろの問題点がのこされており、また原料魚の種類や鮮度によってもその効果が非常に違うともいわれている(岡田, 1958)。そこでこれらの多磷酸塩の機作を解明することは魚種による肉蛋白の相異や、ねり製品の原料学的研究上極めて重要な手がかりとなると思われるのでこの研究に着手した。

魚肉にピロ磷酸ソーダ等の多磷酸塩を加えた塩ずり肉は非常に流動性をおび、いわゆる“たれ”るのであるが、これらの塩ずり肉の“たれ”の程度を見分ける尺度は見当らず、僅かに岡村等(1959)が肉眼観察によつてその大小をきめているにすぎない。岡村等はすり身を板付けして約30分間放置し、対照に比して極く僅かに“たれ”るものを土、僅かに“たれ”るものを十、“たれ”るものを廿、“たれ”の激しいものを卅で現わしている。我々は一定量の塩ずり肉を一定面積の板にもり、板付け肉の山の高さを時間的に測定し、その減少率を求めて、すり身がどの程度“たれ”たかを表示する方法を試みたが、魚種による差異や“たれ”の機作等を考察する場合には、さらにすり身の粘性を物性論的に研究する必要があるように思われた。しかしすり身そのものの粘度を測定するには、かなり困難性をともないまた報告も見当たらないが SHIMIZU (1958)は肉がらについてB型粘度計を用いてその粘度を測定している。我々もBL型粘度計を用いて魚肉ゾルの粘度を測定し、多磷酸塩添加による魚肉ゾルの粘度低下状況を観察した結果、魚肉の“たれ”やすさを比較研究することができると思われたのでその結果を報告する。

なおBL型粘度計を借用させていただいた新潟大学理学部伊藤良夫氏ならびに実験の一部に御助力いただいた柴田玲子さん、実験結果の検討御批判を賜つた東海区水産研究所右田正男博士、並に岡田稔技官の御好意に対し深甚な謝意を表する。

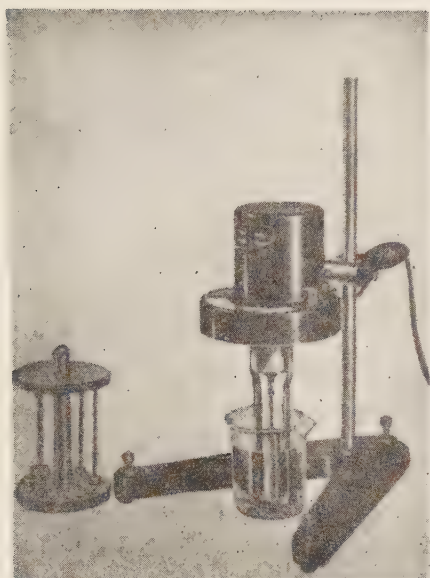
Ⅰ. 実 験 方 法

実験材料：実験材料は新潟近海で5月下旬から7月上旬にわたつて、サバ、アジ、マイワシ等は施網、カラフトマスは流網、タイ、フクラギ(ブリの幼魚)等は定置網、その他の魚種は底曳網で夫々捕獲されたもので、魚獲後20~30時間(カラフトマスは船内の冷蔵庫で60~70時間経過)程度経過したものと推定されるものを市場或は市内の小売店より購入した。

BL型粘度計：BL型粘度計(第1図)は単相用特殊構造の同期電動機によつて液中のローターを回転し、それに加わる粘性抵抗トルクをスプリングバランスで測定する粘度計であり、日盛板は歯車装置を経て駆動され、ローターは日盛板から渦巻板を経て弾性的に結合、駆動されている。従つて日盛板とローターとは回転中にローターに受ける抵抗トルクに比例して相互に偏れを生じ、日盛板とローターをクランプした後、回転を止めれば、ローター軸に付けられた指針によつて角度を、従つて直ちに絶対粘度を読取ることが出来る。そして附属ローター4本とその回転が4段(60, 30, 12, 6 R. P. M)に変速する組合せにより、100, 000センチポアーズ(C. P)迄測定することができる。

1. 測定条件の吟味

1) 魚肉と添加食塩溶液の割合：魚肉と添加食塩溶液の割合はできるだけ、ねり製品の製造条件に近い状態で測定したいと考え、一番高粘度が測定できるNo. 4のローターで、回転速度を6 R. P. Mとしたが、魚肉(三枚に卸し、皮、腹部、血合肉を除いた精肉を3mm目のチョツパーに通したもの)に対し0.6M食塩溶液20%の添加では100,000CP以上になり測定が不可能であつた。それで魚肉に0.6M食塩溶液1：1及び1：2の割合で加えホモゲナイザー(日本精器)で8,000~10,000R. P. Mで2分間攪拌した。1：1の比率ではやはり粘度が高く、1：2の割合の場合には50,000~70,000CPになり充分測定することが出来た、またピロ磷酸を加えた場合には10,000~20,000CPの値を示した。それで以後の実験では魚肉と添加食塩溶液の割合を1：2とすることにした。



第 1 図 B L 型 粘 度 計

3) 攪拌時間の影響：攪拌抽出操作は日本精器のホモゲナイザーを使用した。回転速度は目盛の② (8,000~10,000 R. P. M) で、攪拌時間は1, 2, 4分間行つた。ホモゲナイズされた魚肉ゾルの粘度は攪拌時間による差異はあまりみられないが (第1表), 1分間の攪拌ではホモゲナイズが充分でなく、つぶれていない魚肉片がいくらかのこり、4分間の攪拌では泡立が可成りひどくなるので、ホモゲナイズする時間は正確に2分間に規定した。なお高速度のホモゲナイズにより泡立ちがひどく魚肉蛋白の多少の変性はまぬがれないように思われる。

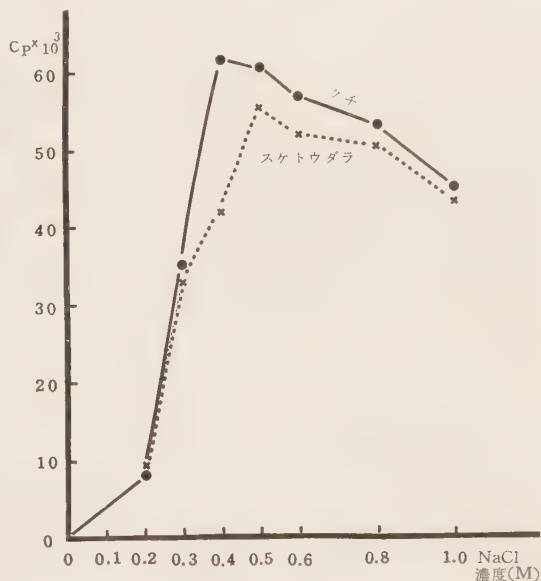
4) 添加溶液の温度の影響：添加溶液はホモゲナイズによる温度上昇等による蛋白の変性を考慮して充分に冷却して使用した。温度の差異による粘度変化は特にピロ磷酸ソーダを加えた場合に著しいように思われる (第2表)。

食塩溶液のみの場合は20℃までは粘度低下はあまり著しくないが、20℃以上になった場合にはかなり急激に粘度が低下する。また食塩溶液に0.005Mピロ磷酸ソーダ (食塩濃度の調整と同様に魚肉の水分量を一応80%と仮定して添加するピロ磷酸ソーダの濃度を調整した) を加えた場合には15℃以上ではこれらの粘度変化が特に著しいことから、魚肉をホモゲナイズする時には添加液を充分冷却することは勿論、容器やホモゲナイズ時の器体を冷却して、測定の際の魚肉ゾルの温度を10℃以上に上昇させないように常に8~10℃に冷却し測定した。

2. 測定方法

試料は魚肉を3枚に卸し、皮、腹部、血合肉、小骨等を除き3mm目のチョツパーを通した。試料に3倍量の冷却した0.5M食塩濃度、あるいは0.5M食塩、0.005Mピロ磷酸ソーダ濃度となる混液を加えて、日本精器のホモゲナイザーで8,000~

2) 添加食塩溶液の濃度の影響：添加食塩溶液の濃度は魚肉中の水分による稀釈を補正するため、所定濃度になるように食塩を溶解調整した。この場合の魚肉中の水分は一応80%として計算した。ホモゲナイズした魚肉ゾルの粘度は食塩濃度0.3M程度から飛躍的に増大し、0.4~0.6Mで最高値に達し、それより高濃度では徐々に減少し始める (第2図)。それで以後の実験では魚肉の水分量を80%と仮定して、食塩濃度が0.5Mになるよう調整した食塩溶液を使用することにした。



第 2 図 魚肉ゾルの粘度に及ぼす添加食塩濃度の影響

なお高速度のホモゲナイズにより泡立ちがひどく魚肉蛋白の多少の変性はまぬがれないように思われる。

第 1 表 魚肉ゾルの粘度に及ぼす攪拌時間の影響

10,000 R.P.M	CP(×10) ³	状 態
秒 60	58.0	つぶれない小肉塊が多い
120	63.5	
240	65.2	泡立ちが激しく白くなる

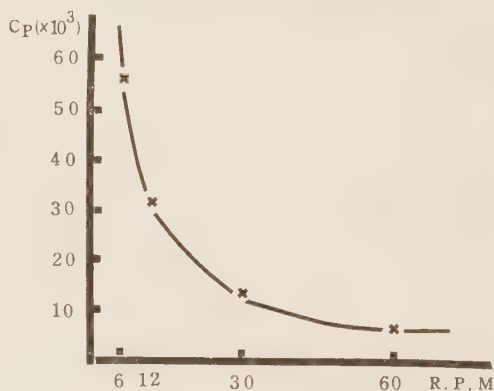
第 2 表 魚肉ゾルの粘度に及ぼす添加溶液の温度の影響

試料 添加液の濃度 C P, 魚肉 ゾルの温度 ℃	ム シ ガ レ イ				フクラギ (ブリの幼魚)			
	0.5M NaCl		0.5MNaCl 0.005MP.P.Na 混液		0.5M NaCl		0.5MNaCl 0.005MP.P.Na 混液	
	CP ($\times 10^3$)	魚肉ゾルの 温度 ℃	CP ($\times 10^3$)	魚肉ゾルの 温度 ℃	CP ($\times 10^3$)	魚肉ゾルの 温度 ℃	CP ($\times 10^3$)	魚肉ゾルの 温度 ℃
0 ~ 3℃	65.5	7.5	12.0	7.0	58.0	8.0	8.5	8.5
13 ~ 15℃	61.5	20.5	27.0	20.5	53.0	15.5	21.5	16.0
22℃	44.0	24.0	28.5	23.5	32.5	23.0	44.5	23.0

10,000R. P. M で 2 分間ホモゲナイズする。この際魚肉ゾルの温度が10℃以上にならないように充分に冷却する。ホモゲナイズされた魚肉ゾルは内径47mm, 高さ 95mmの容器に移し (或は直接でも差支えない), ガードを粘度計にとりつけ, No. 4 のローターをセットして, 6 R. P. M でスイッチを入れ, 指針が安定する点を読み, 読み取り値に換算係数 (第3表) をかけて絶対粘度を求める。食塩溶液のみを添加した場合は 50,000~70,000CP 程度になるが, 食塩, ピロ磷酸混液を加えた場合には粘度が著しく低くなり読取値が 10CP 以下になるようなことがあるので, このような場合には測定誤差が大きくなるから, No. 3 のローターを使用した方がよい。また回転速度を 6 R. P. M から 30 R. P. M 或は 60 R. P. M にあげた場合には強い構造粘性を示すので (第3図) 魚肉ゾルの絶対粘度を比較する場合には回転速度は常に一定にする必要がある。

第 3 表 換 算 乗 数 表

R. P. M	60	30	12	6
ローター				
BLアダプター	0.1	0.2	0.5	1.0
No. 1	1	2	5	10
No. 2	5	10	25	50
No. 3	20	40	100	200
No. 4	100	200	500	1,000



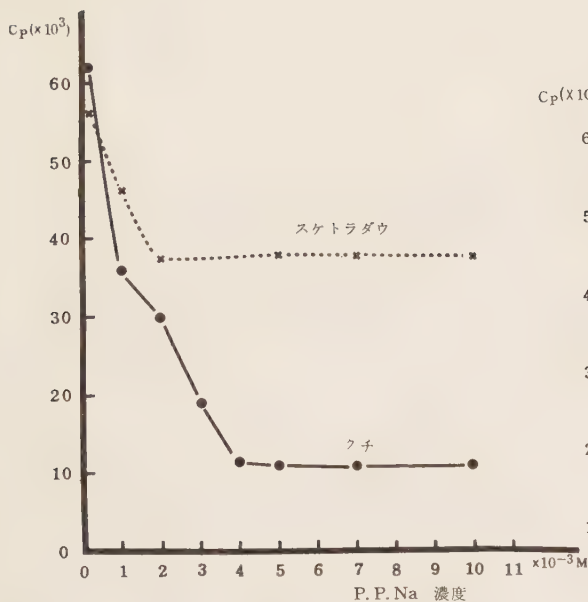
第3図 粘度計の回転速度と絶対粘度の関係

Ⅲ. 実 験 結 果

1) ピロ磷酸ソーダの濃度の影響: 0.5M食塩に 0.001~0.01 M のピロ磷酸ソーダを加えた場合の魚肉ゾルの絶対粘度を測定した (第4図)。0.001Mのピロ磷酸ソーダを加えた場合でもかなり粘度は低下するが, 0.002M (スケトウダラ) ~0.004M (グチ) で粘度の減少は最高に達し, それより更に多くのピロ磷酸ソーダを加えても粘度は低下しないように思われる。なお, グチの粘度低下は著しいがスケトウダラはグチにくらべて粘度低下はかなり小さい。

2) 各種多磷酸塩の影響: 多磷酸塩の種類による影響をみるために ピロ磷酸ソーダ, トリポリ磷酸ソーダ, ヘキサメタ磷酸ソーダ, カルボン (オルガノ商会製) を用い, 0.5M食塩に各々0.005M相当量を加えて絶対粘度を比較した (第5図)。

試料にはサバ及びタイを使用したと共にピロ磷酸ソーダ, トリポリ磷酸ソーダを加えたものでは粘度の減少が著しく, ヘキサメタ磷酸ソーダ, カルボンを加えた場合には殆んど粘度は低下しなかった。



第 4 図 魚肉ゾルの粘度に及ぼすピロ磷酸ソーダ濃度の影響

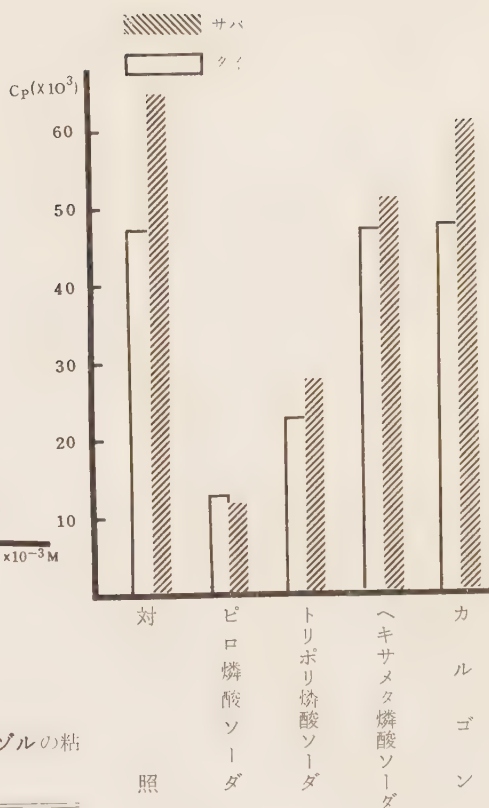
第 4 表 食塩及びピロ磷酸ソーダを添加した魚肉ゾルの粘度と“たれ”やすさ

	η_0	η_P	$\frac{\eta_0 - \eta_P}{\eta_0} \times 100$
シ ロ グ チ	62.0	6.0	87.1
ク ロ ウ シ ノ シ タ	80.0	11.5	85.6
ヒ ラ メ	86.5	12.5	85.5
タ イ	69.0	12.0	82.6
ヤ ナ ギ ム シ ガ レ イ	54.5	9.5	82.6
ア チ	67.0	12.0	82.1
ム シ ガ レ イ	65.5	12.0	81.7
カ ラ フ ト マ ス	50.0	13.5	73.0
ヤ ナ ギ ガ レ イ	57.0	16.5	72.8
ヒ レ グ ロ	49.5	13.5	72.7
サ バ	47.5	13.0	72.6
ハ タ ハ タ	38.5	13.5	64.9
ニ ギ ス	75.5	26.0	65.6
マ イ ワ シ	25.0	12.0	52.0
ス ケ ト ウ ダ ラ	56.0	38.0	32.1
ア カ ガ レ イ	38.5	33.5	13.0

η_0 0.5M食塩添加の粘度 (粘度計の読取値)

η_P 0.5M食塩, 0.005Mピロ磷酸ソーダ混液添加の粘度 (粘度計の読取値)

$\frac{\eta_0 - \eta_P}{\eta_0} \times 100$ 魚肉ゾルの“たれ”やすさ (%)



第 5 図 魚肉ゾルの粘度に及ぼす多磷酸塩類の種類の影響

3) 各種魚類の粘度及び粘度低下: 食塩溶液及び食塩とピロ磷酸ソーダの混液を加えた場合の魚肉の絶対粘度及び粘度低下を16種類の魚肉について検討した(第4表)。すなわちグチ及びタイ等の白身魚の大多数及びサバ、ブリ等の赤身魚でもピロ磷酸ソーダによる粘度低下は非常に大きい、ただアカガレイ、スケトウダラ等では粘度低下はかなり小さかった。また食塩溶液のみを加えた場合の粘度にはかなり各魚種間に差異がみとめられる。例えばねり製品原料とした場合に足が非常に強いといわれているヒラメ、タイ、グチ及びニギス等ではかなり粘度が高く、イワシ、サバ、ハタハタ等のどちらかといえば足の弱い魚種では、これらの足の強い魚にくらべてかなり低い数

値を示す結果が得られた。

Ⅳ．考 察

魚肉に多磷酸塩類を添加した場合に、魚肉は流動性をおび、いわゆる“たれ”やすくなるが、これらの魚肉の“たれ”やすさの程度を見分ける尺度とするためにB L型粘度計を使用した。そしてこれらの魚肉ゾルの粘度を測定する場合の種々な条件を吟味し、また多磷酸塩の種類の影響、各魚種の“たれ”やすさの比較研究を行った。

添加食塩の濃度は0.4〜0.5Mで粘度は最高値を示し（第2図）、又回転速度を変えた場合には強い非ニュートン性を示している（第3図）。SHIMIZU (1958) もB型粘度計を用いてエソの肉がゆの粘度を測定しているが、その粘度は0.4〜0.6M食塩濃度で最高値を示すとともに著しい非ニュートン性を示すのに対し、1.5M以上の塩濃度では粘度が急激に低下し、その速度勾配依存性も小さくなると述べている。

蛋白質やアクトミオシンの粘度は一般に負の温度係数を有するものであるが、第2表の温度と粘度との関係では0.5Mの食塩濃度で処理した場合、20℃以下の温度ではあまり影響されないが、20℃以上の温度で処理した場合には強く影響され、粘度は急激に低下する傾向がみられる。このことは恐らく20℃以上の高温で抽出した場合、温度上昇の影響もあるがアクトミオシンの変性が急激に進行するのではないかと思われる。しかしピロ磷酸ソーダを添加した場合には抽出温度が高くなるにしたがい逆に粘度は著しく増加する傾向を示す。いずれにしてもこのように魚肉ゾルの粘度が抽出温度によって著しく影響されることがわかつたので、充分に冷却してホモゲナイズすれば魚肉の温度は8℃前後になり、常に一定した測定値がえられたので魚種間の粘度の差異や、“たれ”やすさを容易に比較することができた。そしてこれらの魚肉ゾルの“たれ”やすさを次の様に表すことにした。

$$\text{魚肉の粘度減少度 (\%)} = \text{魚肉のたれやすさ (\%)} = \frac{\eta_0 - \eta_P}{\eta_0} \times 100$$

η_0 …… 0.5M食塩添加の粘度（粘度計の読取値）

η_P …… 0.5M食塩、0.005Mピロ磷酸ソーダ混液添加の粘度（粘度計の読取値）

この場合0.5M食塩添加の場合の粘度は各魚種による差異が著しく、ヒラメ、クロウシノシタ、ニギス、タイ等では非常に高い粘度を示したが、マイワシ、アカガレイ、ハタハタ、サバ等ではかなり低い値を示している（第4表）。勿論、これらの絶対粘度の比較だけで魚肉の蛋白組成の差異について言及することはできないが、志水等（1960）の報告や我々が行つた結果でも、高粘度を示すヒラメ、タイ、あるいはグチ、スケトウダラと低粘度を示すアカガレイ、サバ等の肉蛋白中の塩溶性窒素量やミオシン区窒素量には差異が少いので、恐らくこのような絶対粘度の差異は各々の魚肉の肉蛋白の量的な差違よりも質的な違いの一面を示しているように思われる。またピロ磷酸ソーダを添加した場合にはグチを始めとして大多数の魚種では粘度低下が著しいが、アカガレイ、スケトウダラ等ではあまり粘度低下がみられなかつた。蛋白質に対する多磷酸塩の作用機作についてはHAMM, (1950), BENDALL (1954), 藤巻 (1958), 岡田 (1958), 岡村 (1959), 盛田 (1960) 等いろいろの説が出されている。BENDALL は兎肉の膨潤に対する磷酸塩の効果を比較し、正磷酸塩、ヘキサメタ磷酸塩、ポリメタ磷酸カリにくらべピロ磷酸ソーダが特に強い効果を示すことを見、またピロ磷酸ソーダはATP同様にアクトミオシンをアクチンとミオシンに解離させる効果をもつていることからピロ磷酸ソーダの肉蛋白膨潤に対する特異的な効果はアクトミオシンの解離と関係があるとしている。我々の多磷酸塩の種類と魚肉の“たれ”やすさの関係でも（第5図）、同様にピロ磷酸ソーダを加えた場合には粘度低下が著しく、トリポリ磷酸ソーダでもかなり魚肉を“たれ”やすくするがヘキサメタ磷酸ソーダ、カルゴン等では粘度低下が極めて小さい結果がえられた。

トリポリ磷酸ソーダについては岡田はトリポリ磷酸ソーダもピロ磷酸ソーダ同様アクトミオシンをアクチンとミオシンに解離する作用をもつといっている。これらのことから考えて魚肉ゾルの多磷酸塩添加による粘度低下は岡村等が推論しているように魚肉の主要蛋白であるアクトミオシンがアクチンとミオシンに解離し、粘度が低下し流動性が大となり、“たれ”るのではないかと思われる。しかしながらグチのように非常

に“たれ”やすい魚と、アカガレイのように殆んど“たれ”ない魚種の差異の説明をするためには、更にこれらの筋肉中の **Ca** や **Mg** の含量あるいはアクチオシンの性状等を比較研究しなければ結論は出し得ないと思われる。

V. 要 約

魚肉に食塩あるいは多磷酸類を加えた場合の魚肉ゾルの粘度を **BL** 型粘度計で測定した。

1. 魚肉ゾルの粘度測定方法は魚肉 **1** に対し、計算上 **0.5M** 食塩、あるいは **0.5M** 食塩と **0.005M** ピロ磷酸ソーダとなる混液を **2** の割合に加え、ホモゲナイザーで **2** 分間 (**8,000**~**10,000 R. P. M**) 攪拌し、**No. 4** のロータで **6 R. P. M** でセットして測定する。なお添加液や操作は充分冷却し、魚肉ゾルの温度は常に **10°C** 以下にする必要がある。

2. 魚肉ゾルの粘度及びピロ磷酸ソーダによる粘度減少度を測定し

魚肉の“たれ”やすさ (%) = $\frac{\eta_0 - \eta_P}{\eta_0} \times 100$ で表した。

η_0 …… **0.5M** 食塩を加えた場合の粘度計の読取値 (又は **CP**)

η_P …… **0.5M** 食塩、**0.005M** ピロ磷酸ソーダの混液を加えた場合の粘度計の読取値 (又は **CP**)

3. 食塩溶液のみを加えた場合の魚肉ゾルの絶対粘度とカマボコとした場合の製品の弾力とはかなり関係があるように思われる。

4. 魚肉、食塩系にピロ磷酸ソーダ或はトリポリ磷酸ソーダを加えた場合には、これらの粘度低下は著しいが、ヘキサメタ磷酸ソーダ及びカルゴンを加えた場合には殆んど粘度は変化しなかった。

5. **16** 種類の新鮮な魚肉ゾルの粘度及びピロ磷酸ソーダを加えた場合の“たれ”やすさを測定した結果データを始めとする大多数の魚種では粘度低下が著しかったが、アカガレイ、スケトウダラ等では殆んど低下を示さなかった。

文 献

J. R. BENDALL (1950). The Swelling effect of polyphosphates on lean meat. *J. Sci. Food Agric.*, **5**; 460-475.

藤 巻 正 生・津田美紗子 (1958). 肉の保水性に関する研究 (第 1 報) 各種磷酸塩、市販結着剤の保水効果について(1), 農産加工技術研究誌, **5** (2): 62-68.

REINER HAMM (1955). Die Ursache der Wirkung von Brätzusatzmittel und Kochsalz auf Fleisch. *Die Fleischwirtschaft* **7**: 196-203.

盛 田 ふ み (1960). ミオシン **B** とピロリン酸あるいは **ATP** との相互作用, 蛋白質, 核酸, 酵素 **5** (9): 3-13.

岡 村 一 弘・松 田 敏 正・横 山 理 雄 (1959). 魚肉ねり製品に対する磷酸塩の研究—V. すり身の“たれ”防止について. 日水会誌, **24** (12): 986-993.

岡 田 稔・山 崎 惇 子 (1958). 多磷酸塩の水産ねり製品への応用—I. 使用条件の吟味. 東海区水研報, (21): 49-59.

Y. SHIMIZU, W. SHIMIDU (1958). *Mem. College Agr. Kyoto Univ., Fisheries Series*, 68-76.

志 水 寛・清 水 亘 (1960) 水産動物肉に関する研究—**XXIII**. 魚類筋肉の蛋白組成, 日水会誌, **26** (8): 806-809.

日水研年報. (6) : 235-242, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6) : 235-242, 1960.

魚肉ゲルの性状に関する研究

Ⅱ. ピロリン酸ソーダによる魚肉ゾルの粘度低下及び 粘度恢復と各種イオンの影響¹

山 本 常 治・野 口 栄 三 郎

Studies on the Nature of the Fish Meat Gel

II. On the Changes in the Viscosity of the Fish Meat Sol with an Adequate Quantity of Polyphosphate

BY

JOJI YAMAMOTO AND EIZABURO NOGUCHI

Abstract

In the previous report, it was shown that the viscosity of the fish meat sol with an adequate quantity of sodium pyrophosphate is markedly decreased. In this report, a description was made as regards the recovery of the viscosity observed to take place when these fish meat sols are left, and some experiments pertinent to this phenomenon were carried out. The results were as follows;

1. Recovery of the viscosity in the fish meat sol is different by the kinds of fishes.

a) Kinds of fish showing marked recovery

Red sea bream (*Pagrosomus major*), White croaker (*Nibea argentata*), Nigisu (*Argentina semifasciata*), Flat-head flounder (*Hippoglossoides dubius*).

b) Kinds of fish showing moderate recovery

Bastard halibut (*Paralichthys olivaceus*), Alaska pollack (*Theragra chalcogramma*), Common mackerel (*Scomber japonicus*), Cherry salmon (*Oncorhynchus masou*), Yellow tail (*Seriola quinqueradiata*).

c) Kinds of fish showing no recovery

Roundnose flounder (*Eopsetta grigorjewi*), Sand fish (*Arctoscopus japonicus*), Flying fish (*Cypsilurus agoo*), Sillago (*Sillago sihama*), Yanagimushi karei (*Tanakius kitaharai*), Hireguro (*Glyptocephalus stelleri*).

2. The velocity and the degree of recovery of the viscosity is extremely affected by the freshness of the fish meat.

In the low freshness, this phenomenon is not recognized.

3. When an adequate quantity of CaCl_2 is added, the decreasing of viscosity is prevented, but, in the case of addition of MgCl_2 , the decreasing of viscosity of the fish meat sol is accelerated.

4. The decreasing of viscosity of the fish meat sol is prevented by addition of CaCl_2 , CoCl_2 , MnCl_2 , BaCl_2 , but not prevented in the case of insoluble calcium salts such as CaCO_3 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ being added.

¹ 日本水産学会, 昭和35年秋季大会で発表(仙台, 昭. 35. 10.)

I. 緒 言

魚肉に 0.5M 食塩と 0.005M ピロリン酸ソーダの混液を加えてホモゲナイズした場合には、グチやタイを始め大多數の自身魚、或はイワシ、サバ等の赤身魚でも、ピロリン酸ソーダを加えない場合に比較してその粘度低下は極めて著しいが、アカガレイ、スケトウダラ等では粘度低下が極めて小さいことを知った。しかしこれらの魚肉ゾルを放置した場合には、ある魚種では一定時間後に粘度は再び増加し元の値近くに恢復する現象がみられるので、これらの魚肉ゾルの放置後の粘度変化について検討したところ、粘度が殆んど恢復しないもの、粘度恢復にかなり長時間を要する魚種、極めて短時間で元の値近くに恢復する魚種などがあることがわかった。またこれらの魚肉ゾルに及ぼす陽イオン及び陰イオンの作用を検討したところ、粘度低下におよぼす促進及び阻害作用は2価の金属イオンが主要な役割をもっていることがわかったので、これらの結果について報告する。なおB L 型粘度計を借用させていただいた新潟大学理学部伊藤良夫氏ならびに実験の一部に御助力いただいた柴田玲子さん、実験結果の検討御批判を賜った東海区水産研究所右田正男博士並に岡田稔技官の御好意に対し深甚なる謝意を表す。

II. 実験方法及び結果

実験材料 前報と同様なものを使用した。

測定方法 前報に準じて行つた。

1) 粘度恢復と魚種の関係

魚肉に 0.5M 食塩、0.005M ピロリン酸ソーダの混液を加え、常法によりホモゲナイズした魚肉ゾルの粘度は非常に低い値を示すが、タイ、グチ、アヂ、ニギス等の魚肉ゾルを室温（20～24℃）あるいは冷蔵庫（5℃前後）に放置した場合には短時間に再び粘度は上昇し、元の値近くに恢復する現象がみられる。第1図その1はそれらの魚肉ゾルのうちタイ及びニギスを、室温あるいは冷蔵庫に放置した場合の粘度変化を示した。ホモゲナイズした魚肉ゾルの温度は大体8～10℃前後であり、冷蔵庫に放置した場合には魚肉ゾルの温度はあまり変化しないが、室温放置の場合には30分程度で室温に近い温度まで上昇する。そして恢復後の粘度は室温に放置した場合には、放置後60分で最高に達し、冷蔵庫に放置した場合には放置後90分で最高になるが、これらの恢復後の粘度は冷蔵庫に放置した方がいくらか高くなるような結果がえられた。第1図その2はスケトウダラ、ヒラメ、カラフトマス、サバ等の魚肉ゾルの粘度恢復を示したが、室温あるいは冷蔵庫に放置した場合でも粘度は徐々にしか上昇しなかつた。第1図その3は同様にヤナギムシガレイ、ヒレグロ等の粘度恢復を示したが、室温あるいは冷蔵庫に放置した場合でも粘度上昇は殆んどみとめられなかつた。このように魚肉ゾルの粘度恢復は魚種による差異が著しく、これを大別すると次のようになる。

粘度恢復が極めて強い魚種……タイ、

グチ、アヂ、ニギス、アカガレイ

粘度恢復がかなりなる魚種……ヒラ

メ、スケトウダラ、サバ、フクラギ、

カラフトマス

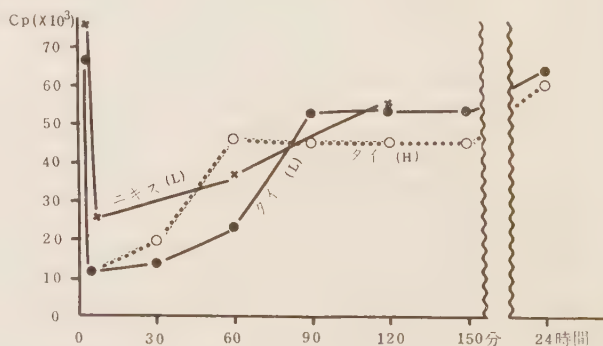
粘度恢復が殆んどみられない魚種……

ヤナギムシガレイ、ムシガレイ、ハ

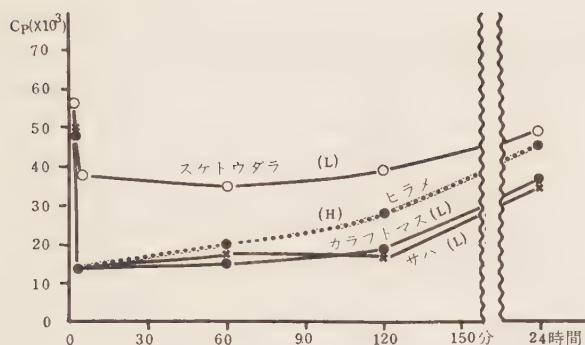
タハタ、ヒレグロ

2) 粘度恢復と鮮度の関係

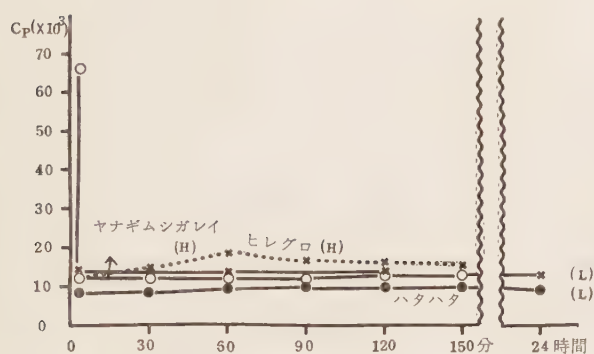
極めて新鮮な状態及びかなり新鮮さを失つた状態のタイを使つて魚肉ゾルの粘度恢復をしらべた（第1表）。鮮度Aの



第1図 魚肉ゾルを室温（H）（20～24℃）及び冷蔵庫（L）（5℃前後）に放置した場合の絶対粘度の変化
（その1）粘度回復の極めて強い魚種



第 1 図 (その 2) 粘度回復の普通な魚種



第 1 図 (その 3) 粘度回復の殆んどみられない魚種

する。また 0.5M 食塩添加の魚肉ゾルに CaCl_2 及び MgCl_2 のみを加えた場合には粘度は殆んど変化しない (第 2 表)。同様にスケトウダラで実験した結果では (第 2 図その 2) CaCl_2 を加えた場合にはタイと同様に急激に粘度は上昇するが MgCl_2 の場合には徐々にしか上昇しない。また表には示さなかったがヤナギ

状態のものは水洗いによる筋収縮が明確にみとめられ、筋肉中に ATP 態磷酸化合物がなお存在する状態であらうと思われるもので、この場合の魚肉ゾルの粘度回復は室温放置及び冷蔵庫に放置した場合でも強くみとめられる。生きのよさが低下したもの (鮮度 B) では勿論水洗いによる筋収縮はみとめられず解硬作用が進行中のものと思われるが、冷蔵庫に放置した場合には鮮度 A にみられるような強い粘度回復能はみとめられず、室温に放置した場合に僅かに粘度回復が認められる。またアジの場合でもタイと同様な傾向がみとめられた。

3) 粘度回復に及ぼす Ca^{++} , Mg^{++} の効果

タイ精肉に 0.5M 食塩、0.005M ピロ磷酸ソーダの混液を加えてホモゲナイズした魚肉ゾルに 2.0M の CaCl_2 及び MgCl_2 溶液を魚肉ゾルに対して 0.01M になるように加え、充分まぜあわせた状態における魚肉ゾルの粘度変化をしらべた (第 2 図その 1)。

CaCl_2 を加えた場合には魚肉ゾルの粘度は急激に上昇するが、 MgCl_2 を加えた場合には対照と同様な傾向で元の値近くに恢復

第 1 表 魚肉ゾルの粘度回復に及ぼす鮮度の影響 単位 $\text{Cp} (\times 10^3)$

魚種	鮮度	放置時間	0	30 分	60 分	90 分	120 分	24 時間
		温度℃						
タイ	鮮度 A	低 (5℃) 温	12.5	14.0	23.0	53.0	53.0	64.0
		室 (20~24℃) 温	12.5	29.5	46.0	45.0	44.5	62.0
	鮮度 B	低 (5℃) 温	11.5	11.0	10.5	10.0	9.5	11.0
		室 (20~24℃) 温	11.5	15.0	32.0	35.0	44.5	—
アジ	鮮度 A	低 (5℃) 温	10.5	—	15.5	—	25.5	60.0
		室 (20~24℃) 温	10.5	27.0	60.0	—	—	—
	鮮度 B	低 (5℃) 温	11.5	—	12.5	—	12.5	12.5
		室 (20~24℃) 温	11.5	15.0	18.0	22.0	32.0	—

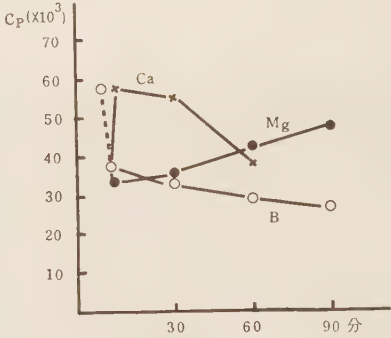
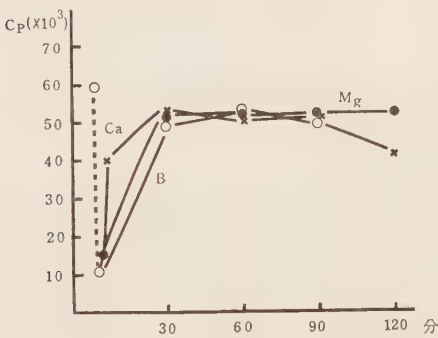
鮮度 A …… “洗い” の現象がのこっているもの

〃 B …… 死後硬直～軟化

ムシガレイの場合には CaCl_2 を加えた場合、粘度はいくらか上昇するが短時間のうちに凝固するようになり、 MgCl_2 では殆んど粘度は上昇せず、また短時間では凝固しない結果がみられた。なおスケトウダラの魚肉ゾルに CaCl_2 を加え、そのまま放置した場合にはヤナギムシガレイ同様に魚肉ゾルは全体に小さな凝集状を呈しまとまらないが、タイの場合には小さく凝集せず、光沢をおび全体にやわらかいコンニャク状のまとまりを作る。そしてこれらのヤナギムシガレイやタイの状態の場合にピロ燐酸ソーダを追加した場合には再び粘度は減少する。

第 2 表 食塩添加による魚肉ゾルの粘度に及ぼす CaCl_2 、 MgCl_2 の影響 単位 ($\text{Cp} \times 10^3$)

添 加 液	放置時間 (分)	0 分	30 分	60 分
0.5MNaCl		58.0	55.5	54.0
0.5MNaCl+0.01M CaCl_2		56.5	57.5	56.0
0.5MNaCl+0.01MM MgCl_2		57.5	57.5	57.0



第 2 図 粘度恢復に及ぼす CaCl_2 、 MgCl_2 の影響
(その 1) タ イ (その 2) スケトウダラ

4) 粘度低下防止に及ぼす陽イオンの影響

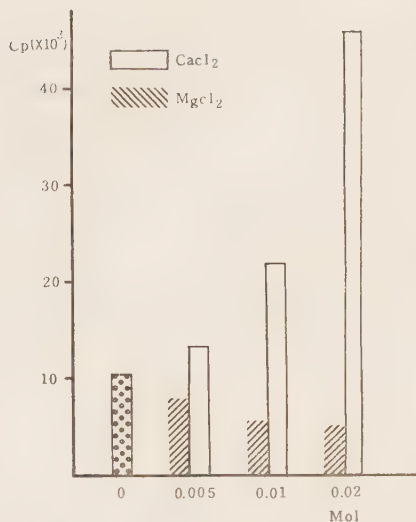
タイ精肉に 0.5M 食塩、0.005M ピロ燐酸ソーダの混液と塩化カルシウムあるいは塩化マグネシウムを 0.005M~0.02M 添加して定法によりホモゲナイズした後これらの魚肉ゾルの粘度変化をしらべた (第 3 図, 第 3 表)。

第 3 表 魚肉ゾルの粘度低下及び粘度恢復に及ぼす CaCl_2 、 MgCl_2 の影響 単位 $\text{Cp} (\times 10^3)$

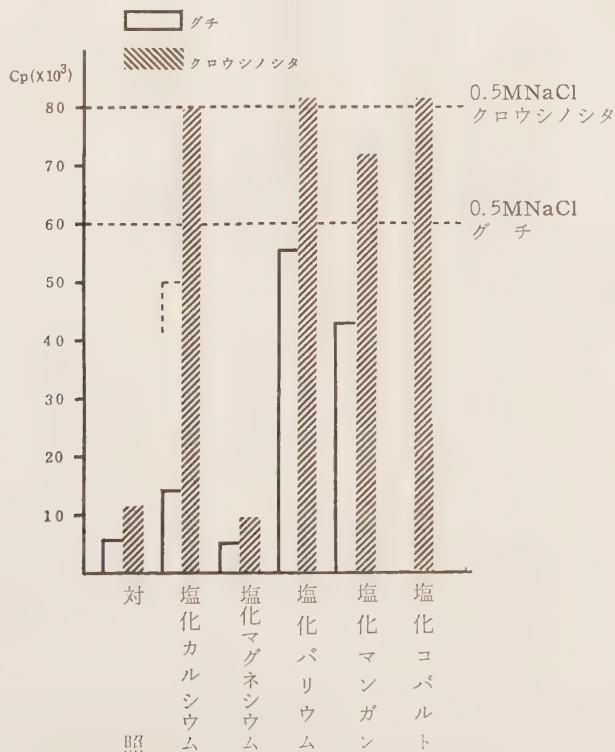
添 加 液	放置時間	0 分	20 分	40 分	60 分
対 照		10.5	16.5	24.0	38.0
MgCl_2	0.005M	8.0	11.0	23.0	47.0
MgCl_2	0.01M	6.5	11.0	50.0	55.0
MgCl_2	0.02M	5.5	15.0	52.0	47.0
CaCl_2	0.005M	13.5	24.5	34.0	49.0
CaCl_2	0.01M	22.0	45.0	52.0	—
CaCl_2	0.02M	36.0	54.0	57.0	—

塩化カルシウムを加えた場合には、粘度減少は強く阻害されるが、これらの阻害作用は塩化カルシウムの濃度が増すに従って大きくなる。塩化マグネシウムを添加した場合には塩化カルシウムにみられるような阻害作用はみられず、かえって粘度減少を促進する傾向がみられる。また塩化カルシウムを添加した場合、粘度回復は勿論早く進行するが、塩化マグネシウムの場合でも粘度減少を促進する反面粘度回復は塩化カルシウムと同様に促進するように思われる。

第4図はグチ及びクロウシノシタを材料として、カルシウム、マグネシウム、バリウム、マンガン、コバルト、銅の各塩化物を用いて、ピロ磷酸ソーダによる魚肉ゾルの粘度減少に対する阻害作用を比較した。グチは粘度減少度の非常に大きな魚種であるが、塩化バリウム、塩化マンガン添加することによつて殆んど完全に粘度減少を阻害した。塩化カルシウムを添加した場合にもかなり阻害作用がみられるが、塩化マグネシウムで、いくらか促進する傾向がみられた。なお、これらの塩化物を添加した魚肉ゾルを室温に放置した場合には塩化カルシウムを添加したものでは短時間のうちに粘度回復がみられた(点線で示した部分)。クロウシノシタを用いた場合には促進作用のある塩化マグネシウムは別として、塩化カルシウム、塩化バリウム、



第3図 ピロ磷酸ソーダによる魚肉ゾルの粘度低下に及ぼす CaCl_2 、 MgCl_2 の添加濃度の影響 (タイ)

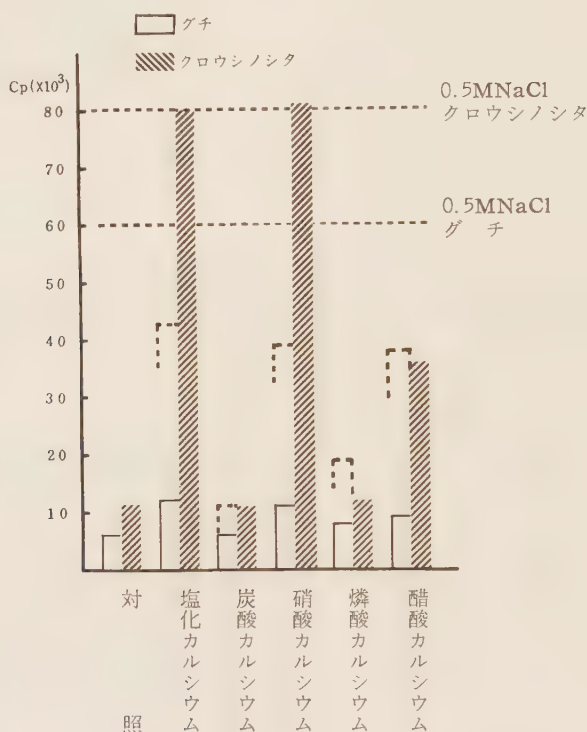


第4図 ピロ磷酸ソーダによる魚肉ゾルの粘度低下に及ぼす陽イオン添加の影響

塩化マンガン、塩化コバルトは共に粘度減少を阻害する。塩化銅を添加した場合には塩化銅と接触した部分の魚肉ゾルは脱水、強く凝固して不均一となり測定しえなかつた。

5) 粘度低下防止に及ぼす陰イオンの影響

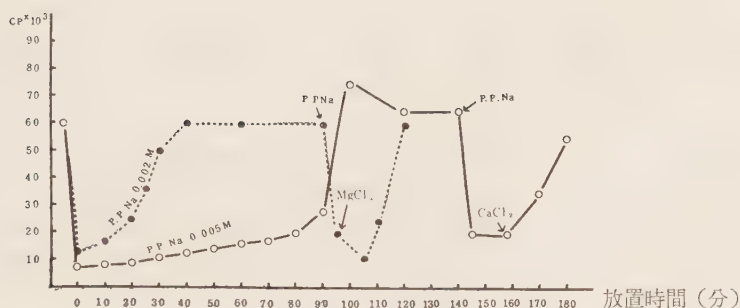
実験材料は陽イオンと同様にグチ及びクロウシノシタを使い、カルシウム塩の阻害作用を検討した(第5図)。グチの場合には阻害作用はあまり明瞭でないが、塩化カルシウム、硝酸カルシウムを添加した場合にはいくらか阻害作用がみうけられる。またホモゲナイズした魚肉ゾルを室温に放置した場合には塩化カルシウム、硝酸カルシウム、醋酸カルシウム等を添加してホモゲナイズした魚肉ゾルでは短時間のうちに強く粘度恢復がみられるが、炭酸カルシウム、燐酸カルシウムを添加した場合には粘度恢復は非常に弱いように思われる(点線で示した部分)。クロウシノシタでは塩化カルシウム、硝酸カルシウムを添加した魚肉ゾルでは著しく阻害作用がみられ、醋酸カルシウムでもかなり阻害作用を示したが、炭酸カルシウム、燐酸カルシウムでは殆んど阻害作用はみられなかつた。



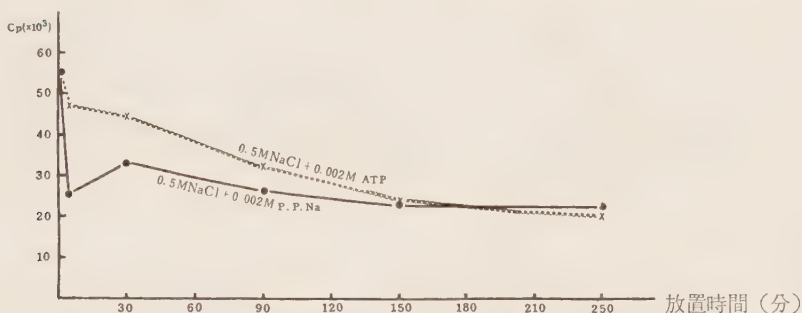
第5図 ピロ燐酸ソーダによる魚肉ゾルの粘度低下に及ぼす陰イオン添加の影響

III. 考 察

魚肉の塩ずり肉を放置しておくとか着性を失った弾力の強い一種のゼリーを作り“坐り”の現象を起すことはよく知られており、この現象について岡田等(1959)はミオシンの如き繊維状の蛋白が安定な骨格構造を形成するためであろうと考え、ゼリー強度及び肉眼観察の結果等から坐り易い魚種と“坐り”がたい魚種があること、またこの“坐り”の現象を利用することによつて弾力の小さい原料魚から弾力の強い製品を作ることが出来るということを報告している。魚肉ゾルにピロ燐酸ソーダを加えた場合には粘度は急激に減少するが、これを放置した場合には再び粘度が恢復することが第1図で明らかにされ、またこの粘度恢復が強く見られる魚種とそうでない魚種のあることも判明したが、これらの粘度恢復と“坐り”の現象と異なることは、“坐り”の場合にはかなり長時間を必要とするにかかわらず、粘度恢復は1時間以内で極めて短時間で



第 6 図 魚肉ゾルの粘度低下に及ぼすピロリン酸ソーダの濃度及び CaCl_2 , MgCl_2 の影響 (グチ)



第 7 図 魚肉ゾルに及ぼす ATP 添加の影響 (ヤナギガレイ)

行われること、あるいは第6図に示されるように粘度恢復したものゝにピロリン酸ソーダを加えた場合には再び急激に粘度が低下することが認められること、粘度恢復の強い魚種と“坐り”易い魚種、あるいは粘度恢復の認められない魚種と“坐り”難い魚種とは必ずしも一致しないということから、これらの粘度恢復能と“坐り”の現象とは異つた機作で行われると考へた方が妥當のようと思われる。

アクトミオシンに ATP あるいはピロリン酸ソーダを添加した場合に粘度は急激に低下する。ATP による粘度低下は一過性で一定時間後には粘度は再び上昇して元の値近くに恢復する。そして、その粘度が一定に恢復した場合に ATP は分解されて殆んど消失するといわれるが、ピロリン酸ソーダを加えた場合には、ピロリン酸ソーダはミオシン ATP アーゼに分解されないことから、アクトミオシンの粘度恢復能はみられず粘度は低下したままにとどまるといわれている (MOMMAERTS, 1948)。魚肉ゾルに ATP を加えた場合には第7図に示すように、魚肉ゾルの粘度低下は非常に小さく、これを室温に放置した場合には徐々に減少しつつにはピロリン酸ソーダの場合よりは粘度低下が強くなるが、長時間放置した場合でもこの実験では粘度が元の値近くに恢復するような結果がえられなかつた。すなわち魚肉ゾルに ATP を加えた場合にはアクトミオシン溶液に ATP を加えた場合のような急激な粘度低下や粘度恢復がみられなかつたが、この原因についてはなんともいえない。しかし魚肉ゾルにピロリン酸ソーダを加えた場合には明らかにアクトミオシン溶液に ATP を加えた場合と同様に粘度は急激に減少し、又ある種の魚の場合には短時間に粘度恢復能がみられる。Kay (1928) は動物組織抽出物に無機のピロリン酸分解能を有する酵素の存在を認めているが、魚肉ゾルに 0.002M のピロリン酸ソーダを加えた場合には 0.005M のピロリン酸ソーダを加えたものより非常に早く粘度上昇しはじめることや、鮮度が低下した場合には、これらの粘度恢復能が弱まることなどから、あるいは魚肉中にピロフォスファターゼが存在すること、又粘度恢復能が魚種によつて差があることはこれらの酵素作用に差異があるためかも知れないが、この点については更に検討を加へなければならない。

また魚肉に食塩、ピロリン酸ソーダの混液とともに塩化カルシウムを添加した場合には塩化カルシウムの添加量が増すに従ひ粘度低下は小さくなるが、塩化マグネシウムを加えた場合には更に粘度低下を促進する傾向がみられる (第3図)。A'CS & STRAUB 等 (1949) はマグネシウムイオンはミオシンとピロリン酸ソー

ダの結合を促進すると述べており、三宅 (1959) もボラ、メヂナ等から精製したアクトミオシン溶液の粘度に及ぼすピロ磷酸ソーダ、塩化マグネシウム及び塩化カルシウムの影響をオストワルドの粘度計を用いて測定しているが、その結果によればピロ磷酸ソーダに塩化マグネシウムを添加した場合には、粘度は急激に減少するが、塩化カルシウムでは、対照と同様な粘度を示している。そしてこれらの粘度変化の化学的裏付けとして上澄液の窒素量を測定し、ピロ磷酸ソーダによる上澄液中の窒素量の増加はアクトミオシン区分の解離と増積し、そして塩化マグネシウムを加えた場合には更に上澄液中の窒素量が増加すること、塩化カルシウムを添加した場合には逆に少なく対照とほぼ同量になることから、 Mg イオンは $AM \rightarrow M + A$ の反応を促進し、 Ca イオンは逆に抑制するとのべている。我々の実験は魚肉の濃厚なゾルの状態における実験であるが、ピロ磷酸ソーダによる魚肉ゾルの粘度低下作用は三宅等の考え方と同様にピロ磷酸ソーダによる $AM \rightarrow A + M$ の解離作用を Mg イオンでは促進し、 Ca イオンで阻害する結果によるのではないかと思われる。

ピロ磷酸ソーダによる魚肉ゾルの粘度減少に対する陰イオンの作用の比較では、塩化カルシウム、硝酸カルシウム、あるいは醋酸カルシウム等は粘度低下を強く阻害するが、炭酸カルシウム、磷酸カルシウム等では殆んど阻害作用はみられない。しかしこのことはこれらの陰イオンが強く影響をあたえるのではなく、塩化カルシウム、硝酸カルシウム、醋酸カルシウム等は水に対する溶解度が高いが、炭酸カルシウム、磷酸カルシウム等はどちらかといえば不溶性に近い化合物であり、ピロ磷酸ソーダによるアクトミオシンの解離作用を阻害する Ca イオンがイオン化されなかったための影響によるのではないかと想像される。

V. 要 約

食塩及びピロ磷酸ソーダを添加してホモゲナイズした魚肉ゾルを放置した場合にみられる粘度恢復及びこれらの魚肉ゾルの粘度減少度に及ぼす陽イオン及び陰イオンの作用について比較検討した。

1. 各々の魚種の粘度恢復能を次のように大別した。

粘度恢復能が極めて強い魚種……タイ、グチ、ニギス、アカガレイ

粘度恢復能が普通の魚種……ヒラメ、スケトウダラ、サバ、フクラギ、カラフトマス

粘度恢復能が殆んどみられない魚種……ヤナギガレイ、ムシガレイ、ハタハタ、ヒレグロ、トビウオ、キス

2. 魚肉ゾルの粘度恢復は鮮度に強く影響され、極めて新鮮な状態では放置温度の差異はみられないが、鮮度低下にしたがい粘度恢復能も小さくなる。

3. 魚肉に食塩、ピロ磷酸ソーダ及び塩化カルシウムを添加した場合には、ピロ磷酸ソーダによる粘度低下は強く阻害されるが、塩化マグネシウムを添加した場合には全然阻害されず、かえって促進される傾向がみられる。

4. 塩化カルシウム、塩化バリウム、塩化マンガン、塩化コバルト、塩化マグネシウム等の塩化物を食塩及びピロ磷酸ソーダと共に魚肉に添加した場合には塩化マグネシウム以外の塩化物ではピロ磷酸ソーダによる魚肉ゾルの粘度低下を阻害する。又カルシウム塩を用いてこれらの陰イオンの影響を比較した結果、塩化カルシウム、硝酸カルシウム、醋酸カルシウム等の溶解度の高いカルシウム塩では強く阻害作用を呈するが、炭酸カルシウム、磷酸カルシウム等の不溶性に近いカルシウム塩を添加した場合には殆んど阻害しない。

文 献

A'CS & STRAUB (1949). 筋収縮の物理化学. (永井寅男), P. 65.

MOMMAERTS (1948). 筋収縮の物理化学. (永井寅男), P. 103.

H. D. KAY (1928). 酵素学. (神前武和), P. 232.

三宅 正人 (1959). 昭和34年度年会発表 (東京) 及び私信による。

岡田 稔 (1959). カマボコの足の増強法として坐りの利用, 東海区水研報 (24): 67—72.

山本 常治・野口栄三郎 (1960). 魚肉ゲルの性状に関する研究. I. 多磷酸塩を加えた魚肉ゾルの粘度. 本誌

日水研年報, (6): 243-252, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6): 243-252, 1960.

魚肉ゲルの性状に関する研究

Ⅲ・魚肉ねり製品の“たれ”防止について¹

山 本 常 治・野 口 栄 三 郎

Studies on the Nature of the Fish Meat Gel

III. On the Prevention of the Decreasing of Viscosity of Sticky Paste

BY

JOJI YAMAMOTO AND EIZABURO NOGUCHI

Abstract

1. When the fish meat is ground with an adequate quantity of sodiumpyrophosphate and the same quantity of calcium chloride, the viscosity of the sticky paste does not decrease, and the jelly strength of “Kamaboko” is effectively reinforced.

2. The effect of the addition of an adequate quantity of calcium chloride and sodiumpyrophosphate in reinforcing of the jelly strength of “Kamaboko” is different by the kinds of fishes used. In the case of the meat of white croaker (*Nibea aquientata*), flat-head flounder (*Hippoglossoides dubius*) and bastard halibut (*Paralichthys olivaceus*) the effect is very remarkable, but in the case of the meat yanagimusi karei (*Tanakius kitaharai*) and dog fish (*Squalus suckleyi*), it is very insignificant.

3. The reinforcing effect of the jelly strength is noticed to be low when fish meat of low freshness or freezed fish is used.

4. The reinforcing effect of the jelly strength is hardly affected by the amount of starch, sugar and water contained in sticky paste.

I. 緒 言

魚肉ねり製品に多磷酸塩類を添加した場合、製品の足が補強されるばかりでなく、キメが細かく光沢がますます種々な利点がある。しかしこれらの多磷酸塩類をすり身に添加した場合には、すり身の流動性をまし、いわゆる“たれ”するためにカマボコ、竹輪等には殆んど使用されていない。

魚肉に食塩、ピロ磷酸ソーダ混液を添加してホモゲナイズした場合、これらの魚肉ゾルの粘度は著しく減少するが、魚肉、食塩、ピロ磷酸ソーダ系に溶解度の高い2価金属化合物を添加した場合には、ピロ磷酸ソーダによる粘度減少は殆んど完全に阻害されることがあきらかになつたので(著者等, 1960)。これらの2価金属化合物中、食品添加剤として許可されている塩化カルシウムをすり身の“たれ”防止に使用したところ、すり身の“たれ”は完全に防止され更に製品の足補強効果が極めて著しいことが判明したのでその結果

1 日本水産学会, 昭和35年秋期大会で発表(仙台, 昭. 35, 10)

を報告する。なお実験結果の検討並に御批判を賜つた東海区水産研究所岡田稔技官に深謝の意を表す。

Ⅱ. 実 験 方 法

実験材料 実験材料は新潟近海で漁獲され、漁獲後20～30時間程度のもので鮮度は良好であつた魚を使用した。添加した多磷酸塩類は最も“たれ”やすいといわれている（岡村等，1959）。ピロ磷酸ソーダ6：トリポリ磷酸ソーダ4の割合の混合塩を使用した。

実験方法 頭部、腹部、骨、皮、血合肉等を除いた精肉を3mm目のチョッパーに通し石川式（型式16）らいかい機で10分間あらずり、次に2.5%の食塩と多磷酸塩、塩化カルシウム、或は澱粉、砂糖等を加えて更に15分間らいかいした。らいかい時にはすり身の温度上昇を防ぐために20%の水を使用した。塩すり肉は板付けして直ちに80～85℃の蒸し釜で40分間加熱し、カマボコは一晩放冷後足の測定を行つた。なお添加量はすべて原料肉に対する重量%で示した。ゲロメーターは松本（1952）の改良型で先端に0.5cmの球をもつプラグで試料（2.5×2.5×cm）の表面を押し、試料表面がやぶれるまでの過程をキモグラフで記録させるもので、一定速度で加重するために水銀を内径1mmの毛細管を通して落下させゼリー強度、破れの強度の大きさを測定した。また“たれ”の程度は岡村等（1959）の観察により、足の強さの評価は全国煉製品品評会の審査法に準じて行つた。

Ⅲ. 実 験 結 果

1) 塩化カルシウムの添加量の影響 グチを原料にして魚肉量に対し多磷酸混合塩0.3%、塩化カルシウムを0.1、0.3及び0.5%添加して塩化カルシウムによる“たれ”防止作用と製品の足補強効果をしらべた（第1表）。0.1%の塩化カルシウムを添加した場合にはすり身の“たれ”はかなり防止され、0.3%ではすり身の

第1表 製品の弾力及びタレに及ぼす塩化カルシウム添加量の影響

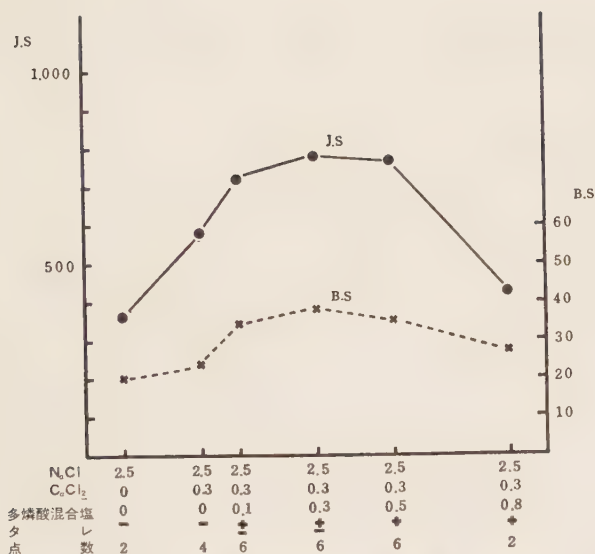
	J. S	B. S	タ レ	製品の数
対 照	750	45	—	3
多 磷 酸 混 合 塩	820	45	卅	4
多 磷 酸 混 合 塩 + 0.1%塩化カルシウム	1330	61	+	7
多 磷 酸 混 合 塩 + 0.3%塩化カルシウム	1470	63	±	8
多 磷 酸 混 合 塩 + 0.5%塩化カルシウム	1370	63	—	7

の“たれ”は完全に防止できる。0.5%加えた場合には勿論すり身は“たれ”ないが粘着性が強くなりかえつて板付けがむづかしくなる。製品の足補強効果はいづれの場合でも極めて強くあらわれ、対照にくらべて100～150%も増強される。また0.1%以上の塩化カルシウムを添加した場合には製品が白くなることも大きな特徴といえるであろう。

2) 多磷酸混合塩添加量の影響 グチを原料にして塩化カルシウム0.3%に対し多磷酸混合塩を0.1～0.8%相当量を粉末のまま加え、塩化カルシウムによるすり身の“たれ”防止作用と製品の足補強効果の関係をしらべた（第1図）。混合塩を0.1～

0.3%添加した場合にはすり身の“たれ”は殆んど完全に防止できるが、0.5～0.8%と多磷酸混合塩をました場合にはすり身は再び“たれ”はじめる。なお多磷酸混合塩単独の場合には、すり身は非常に“たれ”るし製品の足補強効果もありみとめられない。塩化カルシウムを単独に加えた場合には製品の色も白くなり足の補強効果はあるが、多磷酸混合塩を加えた場合にみられる切口のキメの細かさ、光沢等の改善はみとめられない。また多磷酸混合塩の添加が0.5%迄は塩化カルシウム併用による足補強効果は極めて著しいが、0.8%添加した場合には再び足の補強効果が失われ、食味も悪くなる。

3) 塩化カルシウム及び多磷酸混合塩の添加条件とその効果 塩化カルシウム及び多磷酸混合塩を粉末或は濃厚溶液として加えた場合、或はこれらの添加物の添加順序を変える場合にみられるすり身の“たれ”防止及び製品の足補強効果の影響をみた（第2表）。即ち塩化カルシウム及び多磷酸混合塩は粉末或は液状で



第 1 図 多磷酸混合塩の添加量の影響 (グチ)

添加してもすり身の“たれ”防止及び製品の足補強効果には殆んど影響がない。添加順序を変えた場合には製品の足補強効果には影響なくいずれも著しく増強される。またすり身の“たれ”防止作用も添加順序にそれほど強くは影響されないが、あらずり後一番先に塩化カルシウムを添加するか、或は塩化カルシウムと混合塩を同時に加えてもよいが、いずれにしても食塩より先に加えた方が最も効果が強いように思れる。

4) 魚種の差異による塩化カルシウムのたれ防止と足補強効果 新潟近海でとれる15種類の魚について、塩化カルシウムによるすり身の“たれ”防止作用と製品の足補強効果について検討した(第3表)。多磷酸混合塩及び塩化カルシウムの添加量は魚肉に対しそれぞれ 0.3%と

第 2 表 塩化カルシウム及び多磷酸混合塩の添加条件

	処 理	タ レ	J. S	B. S	製品の数 点 数
1	あらずり10分, 食塩添加10分らいかい	—	800	47	4
2	あらずり5分, 食塩, 塩化カルシウム, 多磷酸混合塩を同時に加えて15分らいかい	±	1200	61	8
3	あらずり5分, 塩化カルシウム, 多磷酸混合塩を加えて, 7分らいかい, 次に食塩を加えて7分らいかい	—	1150	61	8
4	あらずり5分, 塩化カルシウムを加えて5分らいかい, 次に多磷酸混合塩, 食塩を加えて7分らいかい	—	1400	62	8
5	あらずり5分, 多磷酸混合塩, 食塩を加えて7分らいかい, 次に塩化カルシウムを加えて7分らいかい	±	1300	60	8
6	あらずり5分, 6%多磷酸混合塩 7.5cc, 6%塩化カルシウム 7.5ccを加えて5分らいかい, 次に食塩を加えて10分らいかい	±	1350	61	8

“たれ”の順位 5>2>6>3>4>1

第 3 表 魚種の差異と塩化カルシウムによる“たれ”防止及び足補強作用

魚種名		J. S	B. S	タ レ	点 数	備 考
ア プ ラ ザ メ	A	518	27	±	2	
	B	855	44	卅	5	
	C	580	33	±	2	
ア カ ガ レ イ	A	457	27	—	2	
	B	518	34	±	3	
	C	719	45	—	5	

魚種名			J. S	B. S	タ レ	点 数	備 考					
エ	ソ	{	A	1320	67	一	8					
			B	1370	67	+	8					
			C	1800	68	±	8					
グ	チ	{	A	657	37	一	3					
			B	710	41	卅	3					
			C	1420	61	一	8					
ハ	ツ	{	A	250	22	一	2					
			B	299	26	卅	2					
			C	341	27	一	3					
ヒ	ラ	{	A	815	37	一	4	非常に硬いかんじ				
			B	963	46	卅	6					
			C	1350	63	一	8					
ホ	シ	ザ	{	A	735	38	±	4				
				B	965	48	卅	6				
				C	990	50	一	6				
マ	ダ	ラ	{	A	373	22	一	2				
				B	360	25	+	2				
				C	567	38	一	3				
オ	ニ	カ	サ	ゴ	{	A	580	34	一	3		
						B	604	37	卅	3		
						C	727	43	一	4		
サ	バ	{	A	1051	—	一	ツミレ	非常に硬い				
			B	1200	—	卅	ツミレ					
			C	924	—	+	ツミレ					
ス	ケ	ト	ウ	ダ	ラ	{	A	372	29	一	2	
							B	324	28	+	2	
							C	536	40	一	3	
ヤ	ナ	ギ	カ	レ	イ	{	A	425	27	一	2	
							B	455	33	卅	2	
							C	470	34	一	2	

A = 対照 B = 多磷酸混合塩単独 C = 多磷酸混合塩及び塩化カルシウム併用

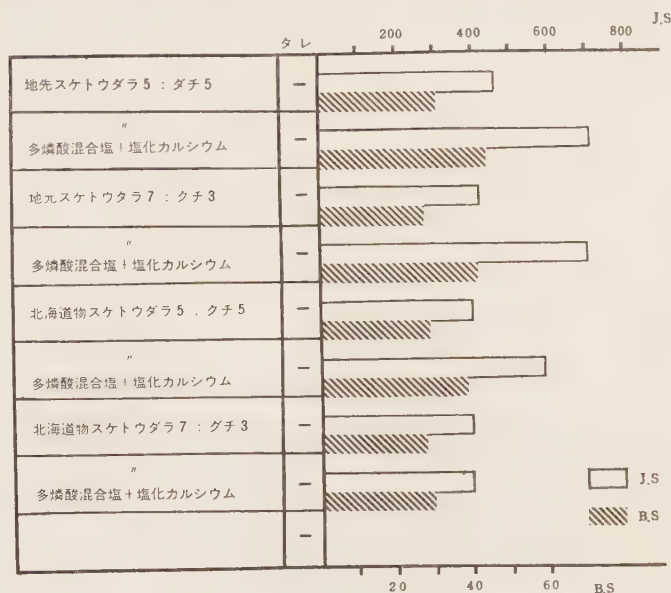
した。グチ、サバ等のすり身は混合塩の添加によつて非常に流動性をまし“たれ”やすいが、アカガレイスケトウダラ等では殆んど“たれ”なかつた。多磷酸塩単独による足の補強効果はアブラザメ、ホシザメ以外の魚種ではあまり期待できなかつた。また多磷酸塩と塩化カルシウム添加による足補強効果はグチでは特に著しく、アカガレイ、ヒラメ等でもよい成績を収めたがヤナギガレイ、サメ類ではあまり足の補強効果はみられなかつた。

5) 魚肉の配合に及ぼす塩化カルシウムの“たれ”防止と足補強効果 水産ねり製品の製造で原料の価格或はカマボコ形成能の特色、食味の点などからいろいろの魚種を配合する場合が多い。グチは非常に“たれ”やすく、塩化カルシウムによる足補強効果も著しいが、スケトウダラのすり身はあまり“たれ”なく塩化カルシウムによる足の補強効果も小さいので、これらの魚種を配合した場合の塩化カルシウムによる“た

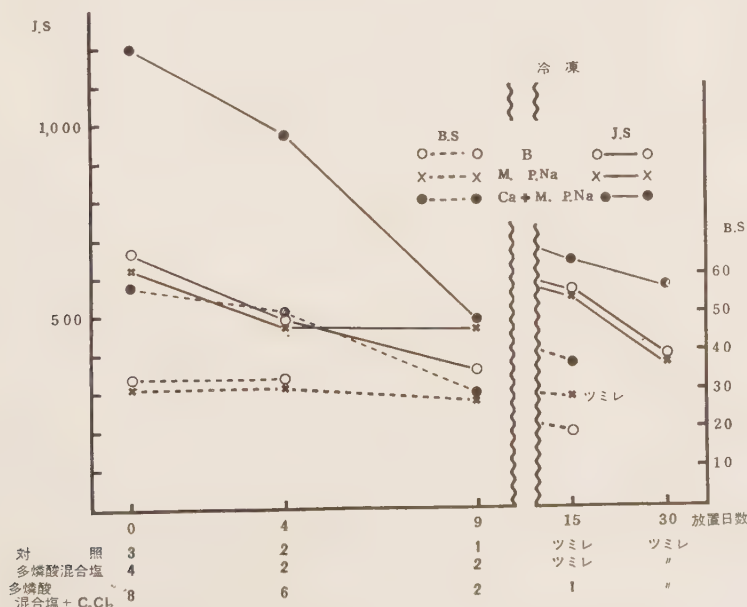
れ”防止と足補強効果を比較した（第2図）。地先の新鮮なグチ3・スケトウダラ7、及びグチ5：スケウダラ5の比率で配合した場合には共に“たれ”の防止が完全に出て、足の補強効果もかなり示された。北海道物（可成り鮮度も悪く、アクトミオシンが1,000mg%以下になっている）を同様な割合でグチに配合した場合、配合比が3：7では足の補強効果は殆んどみられないが、5：5ではかなり補強効果が示された。

6) 冷蔵及び冷凍肉に及ぼす塩化カルシウムの“たれ”防止と足補強効果 グチの精肉をチニッパーに通し落身にして0℃前後で冷蔵した場合と、-12℃前後で凍結した場合のすり身の“たれ”防止作用及び製品の足補強効果をみた（第3図）。落身を0℃で貯蔵した場合、放置後4日では多磷酸混合塩及びカルシウム添加のものは新鮮なものと同様な効果がみられ、無添加試料にくらべ著しく強い補強

効果を示している。9日後では鮮度も可成り低下し多磷酸混合塩添加によるすり身の流動性も少く殆んど“たれ”なくなり、また製品の足補強効果は多磷酸混合塩自体による効果はかなりみられたが塩化カルシウム添加による効果は殆んどみられなく無添加試料と大体同様な弾力を示した。15日間凍結貯蔵した場合には



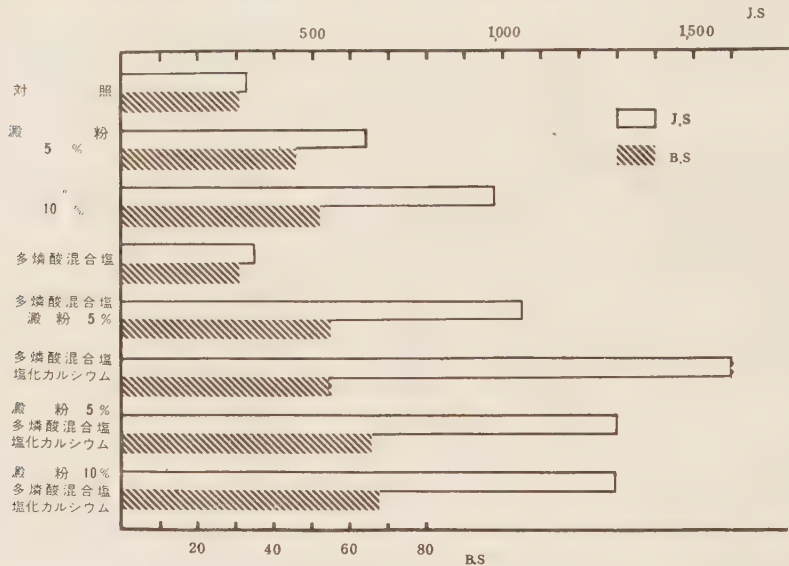
第2図 魚肉配合の影響



第3図 冷蔵及び冷凍の影響(グチ)

対照ではカマボコ形成能がなくなるが、塩化カルシウムを添加した場合にはカマボコを形成する。30日間凍結貯蔵した場合には塩化カルシウム添加では J. S はまだかなり増強されるがいずれもツミレ状になる。

7) 澱粉添加量と塩化カルシウムの“たれ”防止と足補強効果 グチを原料にして塩化カルシウムによるすり身の“たれ”防止及び製品の足補強効果に及ぼす澱粉添加量の影響をみた (第4図)。即ちグチのすり



第 4 図 澱 粉 添 加 量 の 影 響 (グチ)

身に澱粉を5%及び10%添加し、冷却用の水は普通より10%多く30%使用しかまぼこを製造した。すり身に澱粉を5%及び10%添加した場合でも混合塩によるすり身の“たれ”は塩化カルシウムの添加によつて完全に防止され、澱粉による妨害作用はみられない。製品の足補強効果は5%の澱粉を加えた場合には塩化カルシウム添加の効果は強くあらわれるが、10%添加では澱粉自体による J. S が高くなるために J. S の比較ではあまり大差がなくなる。しかし塩化カルシウムを添加した場合にはカマボコの歯切れがよくなり、塩化カルシウム添加の効果は充分みとめられる。

8) 塩化カルシウムの“たれ”防止及び足補強効果に及ぼす添加水量の影響 グチのすり身に20%の水を添加した場合には、塩化カルシウムによる“たれ”防止効果は充分みとめられるが、40%添加した場合には対照自体が“たれ”気味になり、塩化カルシウムを添加した場合でもいづれも“たれ”る。製品の足補強効果は添加水量にそれほど影響されず 20%及び40%添加した場合でもいづれも著しく足が増強される (第4表)。

第 4 表 添 加 水 量 の 影 響

	水の添加量	タ レ	J. S	B. S	点 数
対 照	2 割添加	—	1201	51	4
対 照	4 割添加	±	510	32	2
多磷酸混合塩 塩化カルシウム	2 割添加	—	>1700	≥	8
多磷酸混合塩 塩化カルシウム	4 割添加	±	1100	63	7

9) 塩化カルシウムの“たれ”防止及び足補強効果に及ぼす砂糖添加の影響 グチを原料にしてすり身に対し3%の砂糖を添加した場合には、塩化カルシウムによるすり身の“たれ”防止作用及び製品の足補強効果は全然阻害されない。

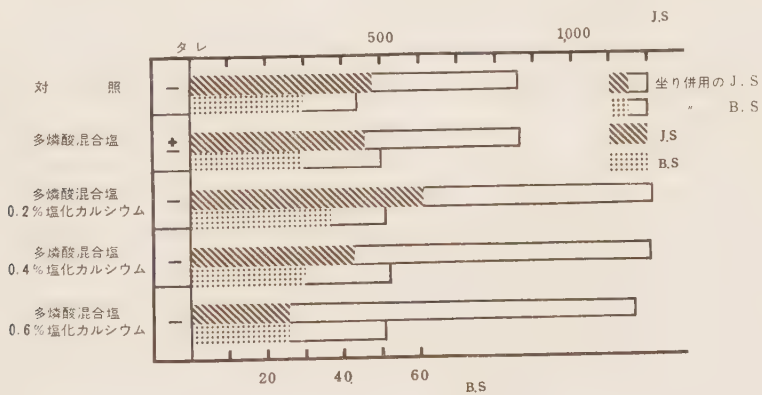
7%添加の場合 0.3%の塩化カルシウムではすり身はやや“たれ”るが塩化カルシウムを 0.5%添加することによつて、すり身のたれは完

全に防止され、また製品の足補強効果も殆んど阻害されないように思われる（第5表）。

第 5 表 砂糖 添加 の 影 響

	砂糖の添加量	タ レ	J. S	B. S	点 数
対 照	0	—	650	37	2
0.3% 多 磷 酸 混 合 塩 0.3% 塩 化 カ ル シ ウ ム }	0	—	1680	63	8
0.3% 多 磷 酸 混 合 塩 0.3% 塩 化 カ ル シ ウ ム }	蔗糖 3.0%	—	1250	55	8
0.3% 多 磷 酸 混 合 塩 0.3% 塩 化 カ ル シ ウ ム }	蔗糖 7.0%	+	1300	55	8
0.3% 多 磷 酸 混 合 塩 0.5% 塩 化 カ ル シ ウ ム }	蔗糖 7.0%	—	1700		8

10) 塩化カルシウムの“たれ”防止及び足補強効果に及ぼす坐りの影響 原料はスケトウダラを使用した。スケトウダラは坐りやすく、塩化カルシウム添加による足の補強効果も小さいので、これらのすり身を室温（20℃）に放置して坐らせ、加熱した場合、無添加のものでも製品の足は著しく増強されるが、塩化カルシウムを添加した場合には更に足が強くなり、塩化カルシウムの足補強効果は充分發揮された（第5図）。



第 5 図 坐 り の 影 響（スケトウダラ）

しかし鮮度低下したもの（例えば北海道物）では坐りによる足の補強効果も小さく、また塩化カルシウム添加の補強効果も殆んどみられなかった。

Ⅳ. 考 察

魚肉ねり製品の“たれ”防止に岡村等（1959）は足補強効果が強く、しかも“たれ”ない磷酸塩を見出そうとして第三正磷酸ソーダ、第二磷酸ソーダを使用した。これはかなりの足の補強効果もあり、“たれ”もある程度防止することができた。しかし最も足の補強効果があるピロ磷酸ソーダ6：トリ正磷酸ソーダ4の混合塩に対しては“たれ”防止ができないと述べている。ピロ磷酸ソーダによる魚肉ゾルの粘度低下は魚種によってかなり差異があることを知ったが（著者等、1960）、非常に“たれ”が多いグチを原料とした場合でも多磷酸混合塩の添加量と同量の塩化カルシウム（ $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）を加えることによってすり身の“たれ”は殆んど完全に防止することができた（第1表及び第1図）。また塩化カルシウムを添加した場合の製品は

足の補強効果は第3表に示した様にグチを始めとしてかなり多くの種類の魚について期待されるが、例えばサメ類のように殆んど効果のみられない場合もあり塩化カルシウムの足の補強効果は魚種による差異がかなり大きいように思われる。またスケトウダラは弱足魚であり、塩化カルシウムによる足の補強効果も J・S が 20% 程度強くなる程度であり大きな期待はもたれないが、坐らせて加熱した場合には塩化カルシウムによる足の補強効果が著しくなることから、これらの方法を併用することによつても、塩化カルシウムによる足の補強効果の適用範囲を広くすることも可能のように思われる。三宅等 (1959) は冷凍グチを原料にして、カマボコの品質に及ぼす多磷酸塩及び塩化マグネシウム、塩化カルシウムの影響をしらべているが、多磷酸塩に塩化マグネシウムを併用した場合には製品の J・S を高める効果があるが塩化カルシウムを併用した場合には、塩化マグネシウム併用の場合とは逆に足を劣化せしめるとのべ、それらの理由としては、アクトミオン溶液の粘度に及ぼす多磷酸塩、塩化マグネシウム、塩化カルシウムの影響や、アクトミオン溶液の上澄中の窒素量の増加等からこれらの塩化物の足補強効果の差異は Mg^{++} は $AM \rightarrow A + M$ を促進し、 Ca^{++} は逆に抑制する結果にもとづくものと考えている。塩化カルシウムの添加量は三宅等の場合には我々の 3~6 倍量にあたり、魚肉 130 g に対して 10. g ~ 2.0 g (多磷酸塩 0.3%) 添加している。我々の場合でも塩化カルシウムの足の補強効果の小さいスケトウダラ等を原料とした場合に、塩化カルシウムを 0.5~1.0% 加えた場合には対照に比べて著しく足が劣化したことから考えれば、三宅等の結果と我々の結果とが全く逆に近いようになったのは恐らくこれらの添加量の差異によつて生じたものと思われる。多磷酸混合塩及び塩化カルシウムの混合順序の問題であるが、塩化カルシウムを粉末のまま添加しても、水にとかして加えても、すり身の“たれ”防止作用や製品の足の補強効果には全然影響されず、また多磷酸混合塩と塩化カルシウムを同量添加すればすり身の“たれ”は防止できるわけであるが、あらずり後塩化カルシウムを一番先に加えるか或は塩化カルシウムと多磷酸混合塩を同時に加えてもよいが、食塩よりは先に添加することがのぞましい。

練製品の品質は足、味、色によつてきまらざらうが、魚はそれぞれの特徴があつてこれらの条件をすべて具えた魚種は極めて少い。例えばシログチは足が強いが、うまみに乏しいからニベやハモを配合する(京阪神地方)ようにおのおの魚種の長所を組みあわせる場合が非常に多い。また魚肉の配合は製品の原価を下げるためにも行う場合も多い。スケトウダラ及びグチの配合では、地先の新鮮なスケトウダラを配合した場合には配合比がグチ 3 : スケトウダラ 7 でもグチ 5 : スケトウダラ 5 でも塩化カルシウムの足補強効果は著しいが、北海道物(かなり鮮度低下している)では新鮮なグチ 3 : スケトウダラ 7 の割合で配合した場合には足補強効果は小さく、即ち鮮度が低下したものを多く配合した場合には塩化カルシウムの足補強効果は認められないように思われる。

宇野等 (1958) はスケトウダラ、ナカズカの冷蔵中の塩可溶性成分、アクトミオン等の量的変異は殆んどないが、カマボコ形成能はスケトウダラのみ急激に減少する事を明かにし、志水 (1960) は鮮度低下にともなうミオン区蛋白の変性速度は魚種によつて異なると述べているが、塩化カルシウムの足補強効果もこれらの鮮度に強く影響される。また多磷酸塩によるすり身の流動性も鮮度に左右され、冷蔵庫で 10 日間放置したグチの落身は殆んど“たれ”なくなる。勿論冷蔵したグチの落身のゲル形成能は鮮度低下によつて著しく減少する。またグチの落身を凍結した場合であるが、清水等 (1958) は中国から輸入された冷凍キングチのカマボコ形成能を氷蔵輸送によつて普通入手されるキングチのそれと比較してその間に大差がないと述べ、三宅等 (1957)、佃等 (1959) も冷凍シログチ(冷凍期間 1~3 ヵ月)の蛋白の溶解性は鮮魚と大差なく、グチが冷凍変性しにくいと述べている。しかし我々の結果では $-12^{\circ}C$ で 15 日間貯蔵したグチではツミレになり、カマボコ形成能を殆んど消失するが、カマボコ製造の際に塩化カルシウムを添加した場合にはカマボコ形成能が生じ、ある程度の足の補強効果があらわれる。凍結 30 日後では塩溶性窒素、アクトミオン含量等は新鮮肉に比べて非常に少く、特にアクトミオンは半分以下に減少し、また塩化カルシウムを添加した場合でもツミレ状になり、補強効果は認められない。我々の実験でグチが凍結中にカマボコ形成能を消失したのは恐らく落身で凍結貯蔵したことや貯蔵温度の差異が大きな原因のように思われる。

澱粉は増量剤であるばかりでなく、弱足原料の足補強効果も発揮するが澱粉を多く添加した場合には塩化カルシウムの足補強効果ははつきり認められない。澱粉の添加による足補強作用は澱粉が糊化し澱粉粒子が肉中に埋没している為(岡田等, 1957)といわれているが、澱粉を多く添加した場合にみられる多磷酸混合

塩と塩化カルシウムの足補強効果はつきり認められない原因はこれらの蛋白分子との結合を澱粉粒子が妨げるのではないかと想像される。

以上のように魚肉ねり製品の“たれ”防止に塩化カルシウムを使用した場合には多磷酸塩による足の補強を全然阻害せず、すり身の“たれ”を完全に防止でき、更に製品の足補強効果は魚種の差異はあるとしてもグチを原料とした場合のように驚異的に足の補強効果がみられることなど、ねり製品の添加剤として充分満足すべき条件をそなえているように思われる。塩化カルシウムはいくらかの甘味と舌をさすしづ味をもっているが、第6表の結果からではすり身に0.3~0.5%添加しても塩化カルシウムの味は全然、口に残ることはなかつた。更に Ca は人体の保健栄養上特に重要な物質であり、磷酸塩を過剰に摂取した場合には体内の Ca/p の比率がくずれ悪影響があるとされているが(越野, 1956), これらの磷酸塩の過剰摂取を Ca 塩の添加でバランスをたもたせることなどができるので塩化カルシウムを多磷酸塩類と併用して魚肉ねり製品に使用することは非常に適当なことであると思われる。

第6表 塩化カルシウムの濃度の感能検査

濃度(%)	0.01	0.05	0.1	0.5
溶 液	±	+	+++	+++
カマボコ	—	—	—	—

V. 要 約

水産ねり製品の“たれ”防止に塩化カルシウムを使用した場合の種々の条件について検討した。

1. 多磷酸混合塩によるすり身の“たれ”は、多酸混合塩と同量(%)の塩化カルシウムを添加することによつて、完全に防止出来、更に製品の足補強効果が著しくみられる。
2. 多磷酸混合塩によるすり身の“たれ”は魚種によつて相違があり、また塩化カルシウム添加による足補強効果も魚種の差異が著しく、グチ、アカガレイ、ヒラメ等では足補強効果が強いがヤナギガレイ、サメ類ではあまり効果がみられない。
3. 多磷酸混合塩及び塩化カルシウムによる足補強効果は鮮度低下した場合、或は凍結によつて著しく減少する。
4. 澱粉を5%添加した場合には多磷酸混合塩及び塩化カルシウムによる足補強効果は殆んど差異はみとめられないが、10%添加した場合にはあまり足の補強効果はみとめられない。
5. 添加水、或は砂糖等を多く加えても、塩化カルシウムの足補強効果は殆んど阻害されない。
6. スケトウダラのすり身に塩化カルシウムを添加して坐らせた場合には、製品の足の補強効果が強くあらわれる。

文 献

- 越 野 民 男 (1950)・生物化学最近の進歩第2集。P. 413.
- 松本重一郎・新井とみ子 (1952). れん製品の研究Ⅱ. 足の強さの測定法について。日本誌, 17(12) 377-383.
- M. MIYAKE, K. HAYASHI (1957). Content of the Myosin Fvaction in Fish Muscle. *Rept. Faculty Fish., Prefect. Univ. Mie*, 2(3): 470-475.
- 三宅 正 人 (1959). 昭和34年度年会発表(東京)及び私信による。
- 岡 田 稔・山 崎 淳 子 (1957). ねり製品の足に対する澱粉の補強効果—I, 澱粉の糊化と足の補強。日本会誌, 22(9): 583-588.
- 岡 村 一 弘・松 田 敏 正・横 山 理 雄 (1959). 魚肉ねり製品に対する磷酸塩類の研究—V. すり身の“たれ”防止について。日本会誌, 24(12): 986-993.
- W. SHIMIZU, Y. SHIMIZU. (1958). On the Extractability of Fish Muscle Proteins. *Mem. College. Agr. Kyoto Un.v., Fisheries Seris.*: 67-76.
- 志 水 寛・清 水 正 (1960). 水産動物肉に関する研究—XXV Ⅲ. 魚類筋肉の蛋白組成。日本会誌, 26(8): 806-809.

- 佃 信 夫・野口栄三郎 (1959). 冷蔵および冷凍中における魚肉の変化. 日水研年報, (5)-149-156.
- 宇野 勉・中村 金良 (1958). 魚肉の特性に関する研究—I, 蒲鉾形成能について. 北水研年報, (18): 45-53.
- 山本常治・野口栄三郎 (1960). 魚肉のゲルの性情に関する研究—II, ビロリン酸ソーダーによる魚肉ゾルの粘度降下及び粘度恢復と各種イオンの影響. 本誌.

日水研年報, (6): 253-260, 1960.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6): 253-260, 1960.

魚肉ゲルの性状に関する研究

Ⅳ・塩化カルシウムによるすり身の“たれ”防止作用と 製品の足補強効果について

山 本 常 治・野 口 栄 三 郎

Studies on the Nature of the Fish Meat Gel

VI. On the Prevention of the Decreasing of Viscosity of Sticky Paste and the Reinforcing of the Jelly Strength of “Kamaboko”

BY

JOJI YAMAMOTO AND EIZABURO NOGUCHI

Abstract

1. The decreasing effect of sodiumpyrophosphate for the viscosity of the sticky paste is antagonized by calcium chloride being added in the same quantity with the marked reinforcement in the jelly strength of “Kamaboko” being attained. It seems that this phenomenon is caused by the combination of the sodiumpyrophosphate with calcium ion.

2. The same effect is recognized when the precipitate attained by mixing of sodium-pyrophosphate and calcium chloride solution is added.

I. 緒 言

食塩、ピロリン酸ソーダ混液による魚肉ゾルの粘度低下は、マグネシウムを除く、多くの2価金属イオンの添加で阻害されることがわかった（著者等、1960-a）、また魚肉ねり製品の“たれ”防止に塩化カルシウムを使用した場合には、すり身の“たれ”を防止するばかりでなく、製品の足補強効果も著しいことがわかったので（著者等、1960-b）、これらの塩化カルシウムによるすり身の“たれ”防止作用と製品の足補強効果について更に検討を加えた。なお実験結果の検討並に御批判を賜った東海区水産研究所岡田稔技官、ピロリン酸ソーダと塩化カルシウムの反応について有意義な御意見をいただいた東海区水産研究所の内山均技官、カルシウムの蛍光分析をやつていただいた当所の佃信夫技官に深甚なる謝意を表する。

I. 実験方法

pHの測定：ベックマンG型硝子電極 pH計

Caの測定：日立のEPU II型分光光度計の附属炎光装置

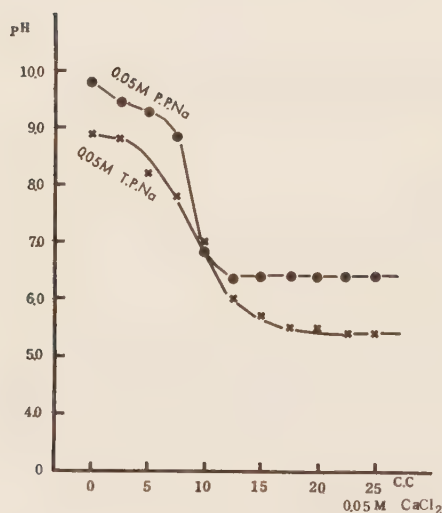
かまぼこの製法及び弾力測定：第3報に準ず

実験材料：底曳網で漁獲されたグチを原料とした。

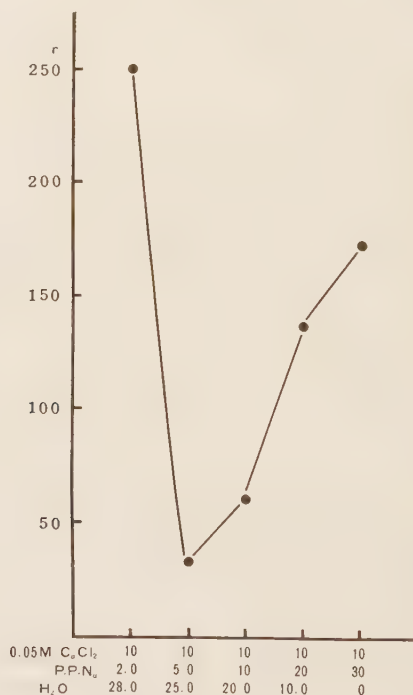
III. 実験結果

1) ピロリン酸ソーダと塩化カルシウムの作用

第1図は 0.05M のピロリン酸ソーダ及びトリポリリン酸ソーダ溶液に同モルの塩化カルシウム溶液を加えた場合の pH の変化を示した。0.05M のピロリン酸ソーダ溶液は強アルカリ性であるが、ピロリン酸ソーダ溶液 5.0cc に対し塩化カルシウム溶液を 1.0cc 及び 2.0cc を加えた場合には pH の移動も少く、生じた白濁は振盪することによって透明な状態にもどる。3.0cc を加えた場合には振盪しても白濁はさえず、更に塩化カル



第1図 多リン酸塩類に塩化カルシウムを添加した場合の pH の変化

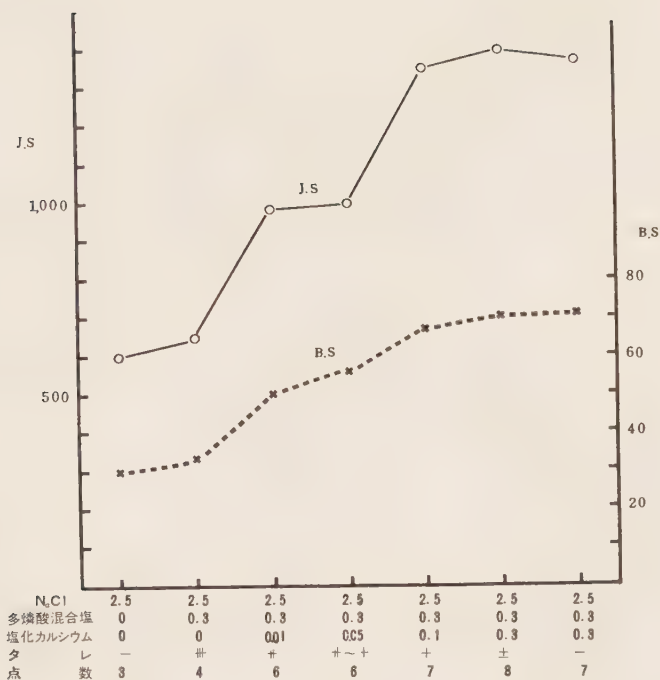


第2図 ピロリン酸ソーダに塩化カルシウムを添加した場合の濾液のカルシウム含量

シウム溶液を 5.0cc, 10.0cc と追加した場合には溶液は白色沈澱を生じ、pH はアルカリ性から急激に弱酸性側に移動する。第2図は同様に 0.05M の塩化カルシウム溶液に対し同濃度のピロリン酸ソーダ溶液をいろいろの割合に加えた場合の濾液の Ca 量を測定した結果を示したが、これらの結果から塩化カルシウムとピロリン酸ソーダが最も多く結合するのは、ピロリン酸ソーダ 1 容に対して同モルの塩化カルシウム 2 容の割合のようと思われる。

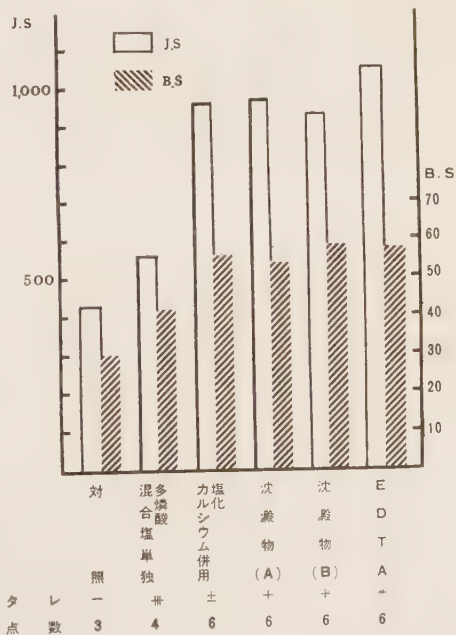
2) すり身の“たれ”防止作用と製品の足補強効果に及ぼす塩化カルシウム量及び E.D.T.A の影響

前報 (1960-b) ではすり身に 0.3% の塩化カルシウム ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) を添加することによって、多リン



第 3 図 塩化カルシウム添加量の影響

酸混合塩添加によるすり身の“たれ”が完全に防止され、また製品の足補強効果も著しいことが判明したが、更にこれらのすり身の“たれ”防止作用及び製品の足補強効果に及ぼす塩化カルシウムの濃度の影響及び E.D.T.A の作用を検討した。使用した多磷酸混合塩は前報同様、ピロ磷酸ソーダ 6：トリポリ磷酸ソーダ 4 の混合塩を使用し、原料は新鮮なグチを使用した。すり身の“たれ”防止に要する塩化カルシウムは前報同様の 0.3% を必要とするが、製品の足の補強効果は、0.01% 程度のごく少量の塩化カルシウムを加えた場合でも著しく効果があり、0.3% 添加した場合には更に顕著に補強効果がみられた。また 0.5% 以上となるといくらか低下する傾向があるように思われる(第 3 図)。第 4 図は塩化カルシウム及び塩化マンガン溶液にそれぞれ同モルのピロ磷酸ソーダ溶液を 2：1 の割合で混合、反応せし生じた白色沈澱を遠心分離し、沈澱物を蒸留水で軽く洗い、再び遠心分離し、分離した沈澱物を 105°C で乾燥、粉末にしたものを(沈澱物 A 及び B) を魚肉に対し 0.3% 添加した場合のすり身の“たれ”の状態及び製品の足の補強効果を比較した。即ち沈澱物 A 及び B を添加した場合には、多磷酸混合塩を加えたすり身に比較して“たれ”はかなり防止することができた。また製品の足補強効果は、多磷酸混合塩と塩化カルシウムを併用したものと同様顕著であり、食味の点も殆んど変らない結果がえられ

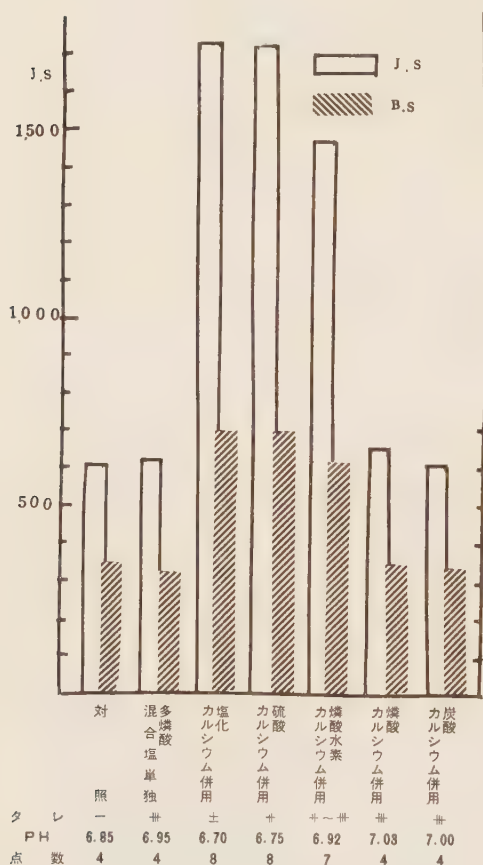


第 4 図 各種添加剤による“たれ”防止と足補強効果

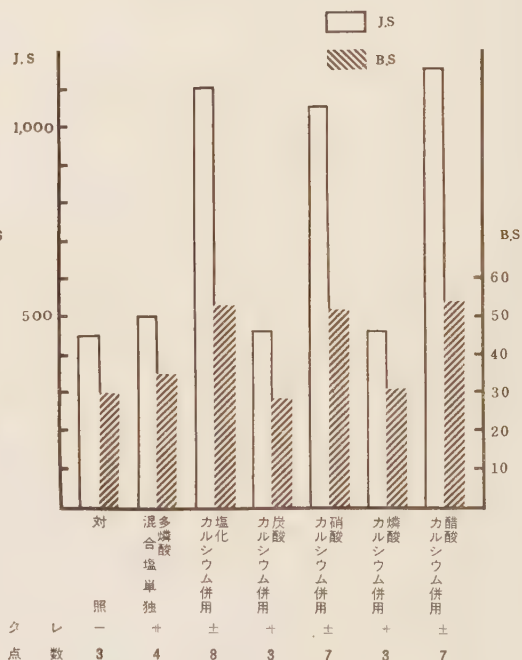
た。0.3% の多磷酸混合塩と同量の塩化カルシウムを加え、更に 0.02M 相当の E.D.T.A を加えた場合には 0.3% の塩化カルシウムの添加によつてすり身の“たれ”が防止できたものでも、E.D.T.A の添加によつてすり身は再び“たれ”はじめる。しかし製品の足補強効果には殆んど影響しなかつた。

3) すり身の“たれ”防止作用及び製品の足補強効果に及ぼす陽イオン及び陰イオンの影響

第 5 図-a 及び第 5 図-b は魚肉に 0.3% の混合多磷酸塩及びこれと同量のカルシウム塩を併用した場合のすり身の“たれ”防止作用と製品の足補強効果の影響を示した。即ち塩化カルシウム、硝酸カルシウム、醋酸カルシウム等を併用した場合には、前報の魚肉ゾルの粘度低下に及ぼすカルシウム塩類の作用と同様に、

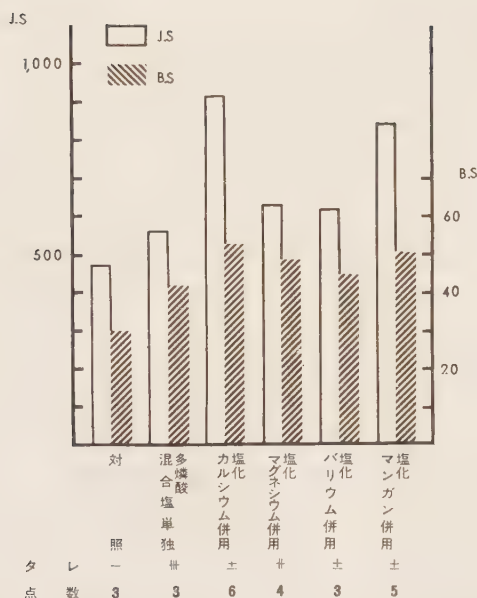


第 5 図-a カルシウム塩添加によるたれ防止と足補強効果



第 5 図-b カルシウム塩添加によるたれ防止と足補強効果

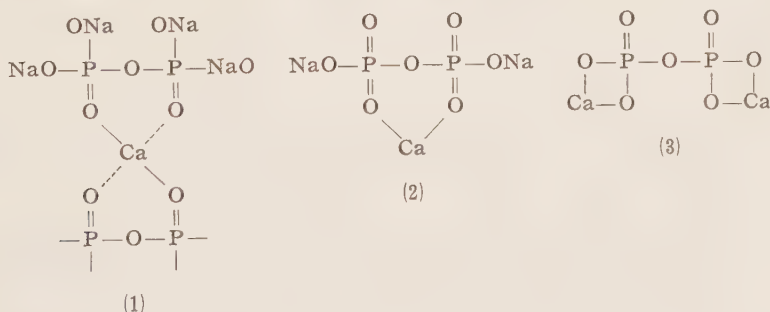
すり身の“たれ”を防止する効果がみられたが、炭酸カルシウム、磷酸カルシウムを併用した場合には殆んど“たれ”防止の効果がみられない。また、製品の足補強効果はすり身の“たれ”防止効果のある塩化カルシウム、硝酸カルシウム、醋酸カルシウム、或はあまり“たれ”防止効果の著しくない硫酸カルシウム、磷酸水素カルシウム等でも著しい効果がみられたが、炭酸カルシウム、磷酸カルシウム等では殆んどみられなかつた。また他の塩化物を併用した場合（第 6 図）ではすり身の“たれ”防止作用は前報の魚肉ゾルの粘度低下の阻害作用と同様に塩化マグネシウム以外の塩化物では充分“たれ”防止の効果がみられた。また製品の足補強効果はいづれの塩化物でもみられるが、特に塩化カルシウム及び塩化マンガンを使用した場合には著しい効果がみうけられた。



第 6 図 各種塩化物添加による“たれ”防止と足補強効果

Ⅳ. 考 察

カルシウムイオンの活性を封鎖するためには、カルシウム 1 モルに対してヘキサメタリン酸ソーダでは 1.25 モル、トリポリリン酸ソーダでは 2.5 モルが必要とされるといわれている（日本オルガノ商会，1958）。塩化カルシウムとピロリン酸ソーダの作用は第 1 図及び第 2 図の結果などから、ピロリン酸ソーダが同モルの塩化カルシウムよりは非常に過剰に存在する場合には(1)式に示すようにカルシウムイオンはピロリン酸ソーダと配位結合を作り、カルシウムイオンの活性が封鎖されていることが予想される。また塩化カルシウムがピロリン酸ソーダに対して徐々に増加した場合には、溶液は白濁し、或は白色沈澱を生ずるようになるが、この場合には(2)式或は(3)式に示すような化合物を生ずるのではないかとと思われる。



そしてピロリン酸ソーダと塩化カルシウムの比率が 1 : 2 の割合のときにもつとも多く結合することから、(第 1 図及び第 2 図) ピロリン酸ソーダ ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) の分子量は 266、トリポリリン酸ソーダ ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) の分子量は 398、塩化カルシウム ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) の分子量は 146 で、魚肉 100 g に多リン酸混合塩を 0.3% 加えた場合にはこれらのモル濃度の比率から塩化カルシウム ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) を 0.2% 程度添加することによってピロリン酸ソーダとは異つた上式の(2)或は(3)のような化合物を生ずることになる。そこですり身“たれ”防止のために塩化カルシウムを多リン酸混合塩 0.3% と同量添加する場合には、一部分の塩化カルシウムはピロリン酸ソーダと結合するだろうが、一部分の塩化カルシウムはカルシウムイオンとして解離した形で肉中に

残るように思われる。なお魚肉中のカルシウム或はマグネシウムの存在を考慮にいれれば更に多くの解離したカルシウムイオンが残存するのではないかと思われる。

すり身の“たれ”防止作用に及ぼす塩化カルシウムの濃度の影響の結果では0.05~0.1%の塩化カルシウムを添加した場合でもかなり“たれ”が防止でき、またピロリン酸ソーダのかわりに沈澱物A(ピロリン酸カルシウム?)を添加した場合でもすり身の“たれ”は少くなる。また0.3%の塩化カルシウムの添加によって、“たれ”が防止できたものにキレート作用の強い少量のE.D.T.Aを加えることによりすり身は再び流動性をまし“たれ”始めるが、このことはE.D.T.Aの方がピロリン酸よりもCaに対する親和力が強いために、一度生じたピロリン酸とCaの結合が再びきれて、CaがE.D.T.Aに移動しピロリン酸がフリーになるためであろうと思われる。また各種の塩化物を加えた場合は、前報の魚肉ゾルの粘度低下の阻害作用と同様にマグネシウムイオンを除くカルシウム、バリウム、マンガン、コバルト等ではすべて“たれ”防止効果がみられ、カルシウム塩の場合には塩化カルシウム、硝酸カルシウム、醋酸カルシウム等では良い結果がえられたが不溶性の炭酸カルシウム、リン酸カルシウム等では“たれ”防止効果がみられなかつた。以上のことからこれらの塩化カルシウムを始めとする金属化合物によるすり身の“たれ”防止作用は、すり身の流動性をまし、“たれ”やすくさせる特性をもつピロリン酸ソーダにカルシウムイオン(或は他の金属イオン)が結合することが前提になるものと思われる。即ち遊離した金属イオンがピロリン酸ソーダと反応して、ピロリン酸ソーダのもっているすり身を“たれ”させる特性を消失させるためにすり身の流動性が少くなり“たれ”が防止できるのではないかと思われる。

塩化カルシウムによる製品の足補強効果は i) 塩溶性蛋白が増加する。 ii) 網目構造が強化されることとのいづれかであろうと思われるが、第1表に示したように多リン酸混合塩の添加によって可溶性蛋白は増加する

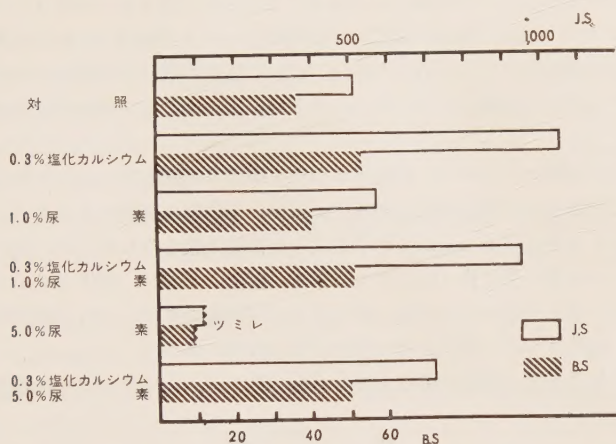
第1表 食塩、ピロリン酸ソーダ及び塩化カルシウム混液で抽出した場合の可溶性窒素量の変化

濃 度 魚 種		3.5% NaCl	3.5% NaCl 0.37% P.P.Na	3.5% NaCl 0.37% P.P.Na 0.25%CaCl ₂	3.5% NaCl 0.37% P.P.Na 0.50%CaCl ₂	3.5% NaCl 0.37% P.P.Na 0.75%CaCl ₂
可溶性窒素 ／×100 全窒素	グ チ	72.35	79.09	68.17	65.60	65.21
	スケトウダラ	77.58	79.51	72.58	68.35	61.32
可溶性蛋白態窒素 ／×1.0 全窒素	グ チ	59.85	68.38	56.90	51.93	51.84
	スケトウダラ	63.02	64.04	56.93	52.14	45.23

が、これに塩化カルシウムを併用して抽出した場合には逆に可溶性蛋白が減少している。塩化カルシウム併用による製品の足補強効果は、第3図に示したように0.01%程度の少量の添加でも著しく増強され、また第5図-a、及びbに示したようにいろいろなカルシウム塩類を併用した場合には、塩化カルシウム、硝酸カルシウム、醋酸カルシウム等のすり身の“たれ”防止作用のあるものでは、製品の足補強効果は著しいが、炭酸カルシウム、リン酸カルシウム等の不溶性に近いカルシウム塩の場合では殆んど足補強効果がみられない。更に硫酸カルシウム、リン酸水素カルシウム等を併用した場合には(第5図-b)すり身の“たれ”は防止できなかつたが、製品の足補強効果はかなりよい結果がえられた。即ちすり身の“たれ”を防止し、製品の足補強効果のある塩化カルシウム、硝酸カルシウム、醋酸カルシウム等のカルシウム塩は非常に溶解度の高いものであり、すり身の“たれ”防止や製品の足補強効果の全然みられない炭酸カルシウム、リン酸カルシウム等は殆んど不溶性に近いカルシウム塩であり、またすり身のたれ防止には充分効果はみられないが、製品の足補強効果のみられる硫酸カルシウム、リン酸水素カルシウム等では炭酸カルシウム、リン酸カルシウムにくらべていくらか溶解度が高いことなどから、すり身の“たれ”防止作用には、ピロリン酸ソーダと結合するのに充分なかなり多くの解離した2価の金属イオンが存在することが必要であるだろうが、製品の足補強効果の場合には、それほど多くなくても充分効果があげられるのではないかと思われる。このことは、溶解

第 2 表 多磷酸混合物と塩化カルシウム添加による製品の足補強効果

著しく足補強効果がある. 50%以上					足補強効果がある. 20~50%					あまり足補強効果がない. 10%以下				
グ				チ	エ				ソ	ニ		ギ		ス
ア	カ	ガ	レ	イ	マ		ダ		ラ	サ				バ
ヒ		ラ		メ	オ	ニ	カ	サ	ゴ	ホ	シ	ザ		メ
					ス	ケ	ト	ウ	ダ	ア	ブ	ラ	ザ	メ
					ハ		ツ		メ	ヤ	ナ	ギ	ガ	レ
														イ



第 7 図 尿 素 添 加 の 影 響

度の小さい沈澱物 A, B 等のすり身の“たれ”防止作用や製品の足補強効果にもあてはめられるものと思われる。そしてピロ磷酸ソーダと結合した Ca が蛋白分子に何等かの形で結合し、そのために製品の網目構造が強くなり足が著しく補強されるのではないかと想像される。

混合多磷酸塩及び塩化カルシウムによる製品の足の補強効果は魚種によつて著しく差異がみられるわけであるが (著者等, 1960-b), 第 1 表ではこれらの足の補強効果の著しいもの (50%以上), かなり補強効果があるもの (20~50%), 殆んど効果がないものに区別した。グチを原料にした場合には特に補強効果が著しく 100~150% に達する場合が多い。ヤナギガレイ, ホシザメ, アブラザメ等ではこれらの足の補強効果はあまりみられず, アブラザメの場合には逆にかなり阻害する傾向がみられた。このように魚種によりかなり相違する原因についてはよくわからない。サメ類の場合には魚類にくらべて筋肉中の尿素含有量が多いので (野口, 1932 その他), 塩化カルシウムの足の補強効果に及ぼす尿素の影響をしらべたが (第 7 図), すり身に尿素を 1~5% 程度添加しても, 無添加のものにくらべて僅に阻害はされているが, この程度の阻害ではサメ肉中の尿素が影響するとは思われない。岡田 (1959) はゲルの骨骼構造が形成されるためには蛋白のポリペプチド鎖の間に何らかの結合が行われる事が必要であるとのべているが, これらの塩化カルシウムによる製品の足の補強効果を考へてみた場合に, グチのような非常に補強効果の著しい魚種では, これらの蛋白分子が Ca イオンを受け入れ易いようなイオン雰囲気になつており, カルシウムイオンが網目構造の一つの強い核のようなものになるのではないかと想像される。またヤナギガレイ等の塩化カルシウムによる足補強効果の小さい魚種では, 蛋白分子が Ca イオンを反撥し, したがつて加熱した場合でも特別に網目構造が強化されないのではないかと考えられるが, いづれにしても, これらの魚種によつて生ずる塩化カルシウムの足の補強効果の違いは, ねり製品の原料学的研究の根本問題にむすびつくものと思われるので, 更に蛋白化学的に研究しなければならない重要な課題である。

なお魚肉ねり製品にピロ磷酸ソーダ或はトリポリ磷酸ソーダを加えた場合には前述のようにすり身は流動

性をまし、“たれ” やすくなるが、ピロ磷酸ソーダ（或はトリポリ磷酸ソーダ）と塩化カルシウムの水溶液を 1 : 2 モルの比率で混合した場合に生ずる沈澱物を乾燥粉末にして加えた場合には、ピロ磷酸ソーダ或はトリポリ磷酸ソーダ等にみられる“たれ”は殆んどみられず、しかも製品はしなやかで切口のキメも細かく著しく食味が向上し、特にピロ磷酸ソーダ等よりもより強力な足補強効果があるのでこれらの沈澱物を魚肉ねり製品の品質改良剤として使用することがのぞましい様に思われる。

Ⅴ. 要 約

塩化カルシウムによるすり身の“たれ”防止作用と製品の足補強効果について検討を加えた。

1. 同モルの塩化カルシウムとピロ磷酸ソーダは 2 : 1 の比率で最も多く結合することや、E. D. T. A による塩化カルシウムの“たれ”防止の阻害、ピロ磷酸ソーダと CaCl_2 による沈澱物の添加による“たれ”防止作用等から塩化カルシウムのすり身の“たれ”防止作用はピロ磷酸ソーダにカルシウムイオンが結合し、そのためにピロ磷酸ソーダのもつ、すり身の流動性をます特性が夫なわれるのだろうと推論した。
2. 塩化カルシウム、硝酸カルシウム、醋酸カルシウム等は多磷酸塩類によるすり身の“たれ”を防止する効果があり、また製品の足補強効果も顕著であるが、不溶性の炭酸カルシウム、磷酸カルシウム等ではすり身の“たれ”を防止することができず製品の足補強効果もみられなかつた。
3. 塩化マグネシウムを除く塩化物（塩化カルシウム、塩化マンガン、塩化コバルト、塩化バリウム）ではすり身の“たれ”防止効果がみられた。また製品の足補強効果はいづれの塩化物でもみられるが特に塩化カルシウム、塩化マンガン等ではその補強効果は顕著であつた。
4. 塩化カルシウムによる足の補強効果は魚種によつて異なるが、これについての考察を行つた。

文 献

- 野口栄三郎 (1932). 水産動物筋肉の尿素含有量について. 日水誌, 1 (3): 121—123.
- 岡村一弘・松田敏正・横山理雄 (1959). 魚肉ねり製品に対する磷酸塩類の研究-V. すり身の“たれ”防止について. 日水誌, 24 (12): 986—993.
- 岡田稔 (1959). カマボコの足の増強法として坐りの利用, 東海区水研報告. (24): 67—72.
- 日本オルガン商会 (1958). Calgon の基本的性質について. P. 8.
- 山本常治・野口栄三郎 (1960-a). 魚肉ゲルの性状に関する研究. II. ピロ磷酸ソーダによる魚肉ゾルの粘度低下及び粘度恢復と各種イオンの影響. 本誌.
- 山本常治・野口栄三郎 (1960-b). 魚肉ゲルの性状に関する研究. III. 魚肉ねり製品の“たれ”防止について. 本誌.

当研究所員によつて本研究年報以外の出版物に発表された報文一覧表

(1960年1月—12月)

- 深 滝 弘：日本海産マス魚群に関する 2, 3 の知見。日本海極前線漁場の研究 初年度 (1959年)：99-116.
- 浜 部 基 次：スルメイカの繁殖生態に関する実験的研究。動雑，69(9)：296.
- 平 井 正 夫：魚類廃棄物から動物成長促進物の製法について。水産科学，2(1)：82-84.
- 伊藤勝千代：再び山陰沖から採捕されたズワイガニの奇形。採集と飼育，22(4)：123, 125.
- 宮 田 和 夫：日本海西部前線海域における海洋特性と漁場 (1959年8—9月)。日本海極前線漁場の研究 初年度 (1959年)：135-151.
- 永 田 俊 一：昭和34年日本海マス流刺網漁業。日本海極前線漁場の研究 初年度 (1959年)：79-98.
- 西 村 三 郎：日本近海に來遊するハリセンボンの生活史 I. 産卵および回遊。日 生 態 会 誌，10(1)：6-11.
- 西 村 三 郎：マイワシ発生初期卵群の海中における行動。日海洋会誌，16(1)：25-35.
- 西 村 三 郎：オタマボヤの集団によるストリーク。日海洋会誌，16(3)：151-152.
- 野口栄三郎：防腐剤及び包装の効果に関する研究-I. 水産物の利用に関する共同研究，第1集：1-23.
- 野口栄三郎：塩蔵品，乾燥品などに生ずる白斑結晶などの異物について。食品衛生学雑誌，1(1)：30-36.
- 尾 形 哲 男：日本海マスの生物学的調査 (1959)。日本海極前線漁場の研究 初年度 (1959年)：117-133.
- 尾 形 哲 男・大 内 明：沿海州沖合海域における底曳網漁業試験調査報告。日水研資料，(7).
- 下 村 敏 正：昭和34年春の極前線漁場。日本海極前線漁場の研究 初年度 (1959年)：17-58.
- 下 村 敏 正：日本海カラフトマスの回遊・系統について (序報)。同上：59-78.
- 佃 信 夫・野口栄三郎：ねり製品の真空包装に関する研究。水産物の利用に関する共同研究，(1)：123-130.
- 内 橋 潔：魚の游泳定位について。日水産会誌，26(3)：273-276.
- 内 橋 潔：魚の游泳とその定位現象。ていち，(26/27)：1-9.
- 渡辺 徹・伊藤勝千代・小川良徳・山中一郎・大内 明・尾形哲男・ほか：日本海西南海域の底曳網漁業とその資源。

